SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

LIBRARY OF CONGRESS
286578
APR 10 1894
SMITHSONIAN DEPOSIT

JAHRGANG 1893.

ERSTER HALBBAND. JANUAR BIS MAI.

STÜCK I—XXV MIT ZWEI TAFELN.

BERLIN, 1893.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

AS182
.B35

23. Sept. '93

INHALT.

	Seite
Verzeichniss der Mitglieder am 1. Januar 1893	1
Lenard: Über Kathodenstrahlen in Gasen von atmosphaerischem Druck und im äussersten Vacuum	3
Tobler: Etymologisches	13
Bericht über die Sammlung der griechischen Inschriften	25
Bericht über die Sammlung der lateinischen Inschriften	26
Bericht über die Prosopographie der römischen Kaiserzeit	27
Bericht über die Ausgabe der Aristoteles-Commentatoren	27
Bericht über das Corpus nummorum	27
Bericht über die politische Correspondenz Friedrich's des Grossen	28
Bericht über die Acta Borussica	29
Bericht über die Humboldt-Stiftung	30
Bericht über die Savigny-Stiftung	33
Bericht über die Bopp-Stiftung	34
Bericht über die Ausgabe der griechischen Kirchenväter	34
Bericht über die Eduard Gerhard-Stiftung	34
Personalveränderungen	35
Rinne: Über norddeutsche Basalte	41
Linck: Über Hercynit aus dem Veltlin	47
Wien: Eine neue Beziehung der Strahlung schwarzer Körper zum zweiten Hauptsatz der Wärmetheorie	55
Möbius: Über die Thiere der schleswig-holsteinischen Austernbänke, ihre physikalischen und biologischen Lebensverhältnisse	67
Ansprache an Hrn. Emil du Bois-Reymond zur Feier seines fünfzigjährigen Doctorjubilaeums am 11. Februar 1893	93
Diels: Über das physikalische System des Straton	101
Zeller: Über eine Berührung des jüngern Cynismus mit dem Christenthum	129
Kundt: Das Hall'sche Phaenomen in Eisen, Cobalt und Nickel (hierzu Taf. I)	135
Kayser und Runge: Die Dispersion der atmosphaerischen Luft	153
Richarz und Krigar-Menzel: Die Abnahme der Schwere mit der Höhe, bestimmt durch Wägungen	163
Auerbach: Über merkwürdige Vorgänge am Sperma von *Dytiscus marginalis*	185
Conze: Über eine Athenastatue aus Pergamon	207
Klein: Über das Arbeiten mit dem in ein Polarisationsinstrument umgewandelten Polarisationsmikroskop und über eine dabei in Betracht kommende, vereinfachte Methode zur Bestimmung des Charakters der Doppelbrechung	221
Engler: Über die Verwerthung anatomischer Merkmale bei der systematischen Gliederung der *Icacinaceae* (hierzu Taf. II)	247
Gad: Einige Grundgesetze des Energie-Umsatzes im thätigen Muskel	275
Dümmler: Jahresbericht der Centraldirection der Monumenta Germaniae historica	289

Inhalt.

Seite

Landolt: Untersuchungen über etwaige Änderungen des Gesammtgewichtes chemisch sich umsetzender Körper 301

Frobenius: Über auflösbare Gruppen 337

Voeltzkow: Über Biologie und Embryonalentwickelung der Krokodile 347

Müller: Über Lebensweise und Entwickelungsgeschichte der Ostracoden 355

Hertwig: Experimentelle Untersuchungen über die ersten Theilungen des Froscheies und ihre Beziehungen zu der Organbildung des Embryos 385

Wattenbach: Die Apologie des Guido von Bazoches 395

Hirschfeld: Die agentes in rebus 421

VERZEICHNISS

DER

MITGLIEDER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

AM 1. JANUAR 1893.

I. BESTÄNDIGE SECRETARE.

Hr. *du Bois-Reymond*, Secr. der phys.-math. Classe.
- *Curtius*, Secr. der phil.-hist. Classe.
- *Mommsen*, Secr. der phil.-hist. Classe.
- *Auwers*, Secr. der phys.-math. Classe.

II. ORDENTLICHE MITGLIEDER

der physikalisch-mathematischen Classe.	der philosophisch-historischen Classe.	Datum der Königlichen Bestätigung.
Hr. *Emil du Bois-Reymond*		1851 März 5.
	Hr. *Heinrich Kiepert*	1853 Juli 25.
- *Heinrich Ernst Beyrich*		1853 Aug. 15.
- *Karl Friedr. Rammelsberg*		1855 Aug. 15.
- *Ernst Eduard Kummer*		1855 Dec. 10.
- *Karl Weierstraß*		1856 Nov. 19.
	- *Albrecht Weber*	1857 Aug. 24.
	- *Theodor Mommsen*	1858 April 27.
	- *Adolf Kirchhoff*	1860 März 7.
	- *Ernst Curtius*	1862 März 3.
- *Arthur Auwers*		1866 Aug. 18.
- *Nathanael Pringsheim*		1868 Aug. 17.
- *Hermann von Helmholtz*		1870 Juni 1.
	- *Eduard Zeller*	1872 Dec. 9.
- *Rudolph Virchow*		1873 Dec. 22.
	- *Johannes Vahlen*	1874 Dec. 16.
	- *Eberhard Schrader*	1875 Juni 14.
	- *Heinrich von Sybel*	1875 Dec. 20.

Ordentliche Mitglieder

der physikalisch-mathematischen Classe.	der philosophisch-historischen Classe.	Datum der Königlichen Bestätigung.
	Hr. *August Dillmann*	1877 März 28.
	- *Alexander Conze*	1877 April 23.
Hr. *Simon Schwendener*		1879 Juli 13.
- *Hermann Munk*		1880 März 10.
	- *Adolf Tobler*	1881 Aug. 15.
	- *Wilhelm Wattenbach*	1881 Aug. 15.
	- *Hermann Diels*	1881 Aug. 15.
- *Hans Landolt*		1881 Aug. 15.
- *Wilhelm Waldeyer*		1884 Febr. 18.
	- *Alfred Pernice*	1884 April 9.
	- *Heinrich Brunner*	1884 April 9.
	- *Johannes Schmidt*	1884 April 9.
- *Lazarus Fuchs*		1884 April 9.
- *Franz Eilhard Schulze*		1884 Juni 21.
	- *Otto Hirschfeld*	1885 März 9.
- *Wilhelm von Bezold*		1886 April 5.
	- *Eduard Sachau*	1887 Jan. 24.
	- *Gustav Schmoller*	1887 Jan. 24.
	- *Wilhelm Dilthey*	1887 Jan. 24.
- *Karl Klein*		1887 April 6.
- *Karl August Möbius*		1888 April 30.
- *August Kundt*		1888 Mai 29.
	- *Ernst Dümmler*	1888 Dec. 19.
	- *Ulrich Koehler*	1888 Dec. 19.
	- *Karl Weinhold*	1889 Juli 25.
	- *Georg v. d. Gabelentz*	1889 Aug. 16.
- *Adolf Engler*		1890 Jan. 29.
	- *Adolf Harnack*	1890 Febr. 10.
- *Hermann Karl Vogel*		1892 März 30.
- *Wilhelm Dames*		1892 März 30.
- *Hermann Amandus Schwarz*		1892 Dec. 19.

(Die Adressen der Mitglieder s. S. IX.)

III. AUSWÄRTIGE MITGLIEDER

der physikalisch-mathematischen Classe.	der philosophisch-historischen Classe.	Datum der Königlichen Bestätigung.
	Sir *Henry Rawlinson* in London	1850 Mai 18.
Hr. *Franz Neumann* in Königsberg		1858 Aug. 18.
- *Robert Wilhelm Bunsen* in Heidelberg		1862 März 3.
	Hr. *Giovanni Battista de Rossi* in Rom	1875 Juli 9.
- *Charles Hermite* in Paris		1884 Jan. 2.
- *August Kekulé* in Bonn		1885 März 2.
	- *Otto von Boehtlingk* in Leipzig.	1885 Nov. 30.
	- *Rudolf von Roth* in Tübingen	1889 Mai 15.
- *Albert von Kölliker* in Würzburg		1892 März 16.

IV. EHREN-MITGLIEDER.

	Datum der Königlichen Bestätigung.
Don *Baldassare Boncompagni* in Rom	1862 Juli 21.
Hr. *Georg Hanssen* in Göttingen	1869 März 3.
Earl *of Crawford and Balcarres* in Dunecht, Aberdeen .	1883 Juli 30.
Hr. *Max Lehmann* in Leipzig.	1887 Jan. 24.
- *Ludwig Boltzmann* in München	1888 Juni 29.

V. CORRESPONDIRENDE MITGLIEDER.

Physikalisch-mathematische Classe.

		Datum der Wahl.	
Hr.	*Adolf von Baeyer* in München	1884	Jan. 17.
-	*Friedrich Beilstein* in Petersburg	1888	Dec. 6.
-	*Eugenio Beltrami* in Rom	1881	Jan. 6.
-	*Eduard van Beneden* in Lüttich	1887	Nov. 3.
-	*P. J. van Beneden* in Löwen	1855	Juli 26.
-	*Francesco Brioschi* in Mailand	1881	Jan. 6.
-	*Alphonse de Candolle* in Genf	1874	April 16.
-	*Stanislao Cannizzaro* in Rom	1888	Dec. 6.
-	*Arthur Cayley* in Cambridge	1866	Juli 26.
-	*Elwin Bruno Christoffel* in Strassburg	1868	April 2.
-	*Ferdinand Cohn* in Breslau	1889	Dec. 19.
-	*Luigi Cremona* in Rom	1886	Juli 15.
-	*James Dana* in New Haven, Connecticut	1855	Juli 26.
-	*Richard Dedekind* in Braunschweig	1880	März 11.
-	*Louis-Hippolyte Fizeau* in Paris	1863	Aug. 6.
-	*Edward Frankland* in London	1856	Nov. 8.
-	*Remigius Fresenius* in Wiesbaden	1888	Dec. 6.
	Carl Gegenbaur in Heidelberg	1884	Jan. 17.
-	*Archibald Geikie* in London	1889	Febr. 21.
-	*Wolcott Gibbs* in Newport, R. I.	1885	Jan. 29.
-	*David Gill*, Kön. Sternwarte am Cap der Guten Hoffnung	1890	Juni 5.
-	*Benjamin Apthorp Gould* in Cambridge, Massachusetts	1883	Juni 7.
-	*Julius Hann* in Wien	1889	Febr. 21.
-	*Franz von Hauer* in Wien	1881	März 3.
-	*Rudolf Heidenhain* in Breslau	1884	Jan. 17.
-	*Heinrich Hertz* in Bonn	1889	März 7.
-	*Johann Friedrich Hittorf* in Münster	1884	Juli 31.
Sir	*Joseph Dalton Hooker* in Kew	1854	Juni 1.
Hr.	*Thomas Huxley* in London	1865	Aug. 3.
-	*Joseph Hyrtl* in Wien	1857	Jan. 15.
Lord	*Kelvin* in Glasgow	1871	Juli 13.
Hr.	*Friedrich Kohlrausch* in Strassburg	1884	Juli 31.
-	*Nicolai von Kokscharow* in St. Petersburg	1887	Oct. 20.
-	*Adalbert Krueger* in Kiel	1887	Febr. 10.
-	*Rudolph Leuckart* in Leipzig	1887	Jan. 20.
-	*Franz von Leydig* in Würzburg	1887	Jan. 20.
-	*Rudolph Lipschitz* in Bonn	1872	April 18.
-	*Sven Ludvig Lovén* in Stockholm	1875	Juli 8.

Physikalisch-mathematische Classe.

		Datum der Wahl.	
Hr.	*Karl Ludwig* in Leipzig	1864	Oct. 27.
-	*Charles Marignac* in Genf	1865	März 30.
-	*Lothar Meyer* in Tübingen	1888	Dec. 6.
-	*Simon Newcomb* in Washington	1883	Juni 7.
-	*Wilhelm Pfeffer* in Leipzig	1889	Dec. 19.
-	*Eduard Pflüger* in Bonn	1873	April 3.
-	*Georg Quincke* in Heidelberg	1879	März 13.
-	*Friedrich von Recklinghausen* in Strassburg	1885	Febr. 26.
-	*Ferdinand von Richthofen* in Berlin	1881	März 3.
-	*Heinrich Rosenbusch* in Heidelberg	1887	Oct. 20.
-	*George Salmon* in Dublin	1873	Juni 12.
-	*Arcangelo Scacchi* in Neapel	1872	April 18.
-	*Ernst Christian Julius Schering* in Göttingen	1875	Juli 8.
-	*Giovanni Virginio Schiaparelli* in Mailand	1879	Oct. 23.
-	*Ludwig Schläfli* in Bern	1873	Juni 12.
-	*Philipp Ludwig von Seidel* in München	1863	Juli 16.
-	*Japetus Steenstrup* in Kopenhagen	1859	Juli 11.
Sir	*Gabriel Stokes* in Cambridge	1859	April 7.
Hr.	*Eduard Strasburger* in Bonn	1889	Dec. 19.
-	*Otto von Struve* in St. Petersburg	1868	April 2.
-	*James Joseph Sylvester* in London	1866	Juli 26.
-	*August Töpler* in Dresden	1879	März 13.
-	*Moritz Traube* in Berlin	1886	Juli 29.
-	*Pafnutij Tschebyschew* in St. Petersburg	1871	Juli 13.
-	*Gustav Tschermak* in Wien	1881	März 3.
-	*Gustav Wiedemann* in Leipzig	1879	März 13.
-	*Heinrich Wild* in St. Petersburg	1881	Jan. 6.
-	*Alexander William Williamson* in High Pitfold, Haslemere	1875	Nov. 18.
-	*August Winnecke* in Strassburg	1879	Oct. 23.
-	*Adolf Wüllner* in Aachen	1889	März 7.
-	*Ferdinand Zirkel* in Leipzig	1887	Oct. 20.

Philosophisch-historische Classe.

		Datum der Wahl.	
Hr.	*Wilhelm Christian Ahlwardt* in Greifswald	1888	Febr. 2.
-	*Graziadio Isaia Ascoli* in Mailand	1887	März 10.
-	*Theodor Aufrecht* in Heidelberg	1864	Febr. 11.
-	*Heinrich Brugsch* in Berlin	1873	Febr. 13.
-	*Heinrich von Brunn* in München	1866	Juli 26.
-	*Franz Bücheler* in Bonn	1882	Juni 15.
-	*Georg Bühler* in Wien	1878	April 11.
-	*Ingram Bywater* in London	1887	Nov. 17.
-	*Giuseppe Canale* in Genua	1862	März 13.
-	*Antonio Maria Ceriani* in Mailand	1869	Nov. 4.
-	*Alexander Cunningham* in London	1875	Juni 17.
-	*Léopold Delisle* in Paris	1867	April 11.
-	*Heinrich Denifle* in Rom	1890	Dec. 18.
-	*Wilhelm Dittenberger* in Halle	1882	Juni 15.
-	*Giuseppe Fiorelli* in Rom	1865	Jan. 12.
-	*Kuno Fischer* in Heidelberg	1885	Jan. 29.
-	*Paul Foucart* in Athen	1884	Juli 24.
-	*Karl Immanuel Gerhardt* in Halle	1861	Jan. 31.
-	*Aureliano Fernandez Guerra y Orbe* in Madrid . .	1861	Mai 30.
-	*Friedrich Wilhelm Karl Hegel* in Erlangen	1876	April 6.
-	*Hermann von Holst* in Chicago	1889	Juli 25.
-	*Théophile Homolle* in Athen	1887	Nov. 17.
-	*Friedrich Imhoof-Blumer* in Winterthur	1879	Juni 19.
-	*Vratoslav Jagić* in Wien	1880	Dec. 16.
-	*Panagiotis Kabbadias* in Athen	1887	Nov. 17.
-	*Georg Kaibel* in Strassburg	1891	Juni 4.
-	*Heinrich Keil* in Halle	1882	Juni 15.
-	*Franz Kielhorn* in Göttingen	1880	Dec. 16.
-	*Sigismund Wilhelm Koelle* in London	1855	Mai 10.
-	*Stephanos Kumanudes* in Athen	1870	Nov. 3.
-	*Basil Latyschev* in Kasan	1891	Juni 4.
-	*Konrad Leemans* in Leiden	1844	Mai 9.
-	*Giacomo Lumbroso* in Rom	1874	Nov. 3.
-	*Konrad Maurer* in München	1889	Juli 25.
-	*Adolf Michaelis* in Strassburg	1888	Juni 21.
-	*Max Müller* in Oxford	1865	Jan. 12.
-	*August Nauck* in St. Petersburg	1861	Mai 30.
-	*Charles Newton* in London	1861	Jan. 31.
-	*Theodor Nöldeke* in Strassburg	1878	Febr. 14.
-	*Julius Oppert* in Paris	1862	März 13.
-	*Gaston Paris* in Paris	1882	April 20.
-	*Georges Perrot* in Paris	1884	Juli 24.
-	*Wilhelm Pertsch* in Gotha	1888	Febr. 2.

Philosophisch-historische Classe.

		Datum der Wahl.
Hr.	*Félix Ravaisson* in Paris	1847 Juni 10.
-	*Eugène de Rozière* in Paris	1864 Febr. 11.
-	*Hermann Sauppe* in Göttingen	1861 Jan. 31.
-	*Theodor Sickel* in Rom	1876 April 6.
-	*Christoph Sigwart* in Tübingen	1885 Jan. 29.
-	*Friedrich Spiegel* in München	1862 März 13.
-	*Aloys Sprenger* in Heidelberg	1858 März 25.
-	*William Stubbs* in Chester	1882 März 30.
-	*Hermann Usener* in Bonn	1891 Juni 4.
-	*Théodore Hersant de la Villemarqué* in Paris . . .	1851 April 10.
-	*Louis Vivien de Saint-Martin* in Paris	1867 April 11.
-	*Ernst Wachsmuth* in Leipzig	1891 Juni 4.
-	*William Waddington* in Paris	1866 Febr. 15.
-	*William Dwight Whitney* in New Haven, Conn. . .	1873 Febr. 13.
-	*Ulrich von Wilamowitz-Möllendorf* in Göttingen . .	1891 Juni 4.
-	*Ludwig Wimmer* in Kopenhagen	1891 Juni 4.
-	*Ferdinand Wüstenfeld* in Göttingen	1879 Febr. 27.
-	*K. E. Zachariae von Lingenthal* in Grosskmehlen .	1866 Juli 26.
-	*Karl Zangemeister* in Heidelberg	1887 Febr. 10.

WOHNUNGEN DER ORDENTLICHEN MITGLIEDER.

Hr. Dr. *Auwers*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Lindenstr. 91. SW.
- - *Beyrich*, Prof., Geh. Bergrath, Kurfürstendamm 140. W.
- - *von Bezold*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Lützowstr. 72. W.
- - *du Bois-Reymond*, Prof., Geh. Medic.-Rath, Neue Wilhelmstr. 15. NW.
- - *Brunner*, Prof., Geh. Justiz-Rath, Lutherstr. 36. W.
- - *Conze*, Professor, Charlottenburg, Fasanenstr. 3.
- - *Curtius*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Matthäikirchstr. 4. W.
- - *Dames*, Professor, Keithstr. 19. W.
- - *Diels*, Professor, Magdeburgerstr. 20. W.
- - *Dillmann*, Professor, Schillstr. 11a. W.
- - *Dilthey*, Professor, Burggrafenstr. 4. W.
- - *Dümmler*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Königin Augustastr. 53. W.
- - *Engler*, Professor, Motzstr. 89. W.
- - *Fuchs*, Professor, Kronprinzen-Ufer 24. NW.
- - *von der Gabelentz*, Professor, Kleiststr. 18. 19. W.
- - *Harnack*, Professor, Wilmersdorf, Gravelottestr. 2.
- - *von Helmholtz*, Prof., Wirkl. Geh. Rath, Charlottenburg, Physikalische Reichsanstalt, Marchstr. 25b.
- - *Hirschfeld*, Professor, Charlottenburg, Carmerstr. 3.
- - *Kiepert*, Professor, Lindenstr. 11. SW.
- - *Kirchhoff*, Professor, Matthäikirchstr. 23. W.
- - *Klein*, Prof., Geh. Bergrath, Am Karlsbad 2. W.
- - *Koehler*, Professor, Königin Augustastr. 42. W.
- - *Kummer*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Schönebergerstr. 10. SW.
- - *Kundt*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Neue-Wilhelmstr. 16. NW.
- - *Landolt*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Königgrätzerstr. 123b. W.
- - *Möbius*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Sigismundstr. 8. W.
- - *Mommsen*, Professor, Charlottenburg, Marchstr. 8.
- - *H. Munk*, Professor, Matthäikirchstr. 4. W.
- - *Pernice*, Prof., Geh. Justiz-Rath, Genthinerstr. 13. W.
- - *Pringsheim*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Königin-Augustastr. 49. W.
- - *Rammelsberg*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Schönebergerstr. 10. SW.
- - *Sachau*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Wormserstr. 12. W.
- - *Joh. Schmidt*, Professor, Lützower Ufer 24. W.
- - *Schmoller*, Professor, Wormserstr. 13. W.
- - *Schrader*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Kronprinzen-Ufer 20. NW.
- - *Schulze*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Invalidenstr. 43. NW.
- - *Schwarz*, Professor, Villen-Colonie Grunewald, Hubertus-Allee 13.
- - *Schwendener*, Professor, Matthäikirchstr. 28. W.

Hr. Dr. *von Sybel*, Prof., Wirkl. Geh. Ober-Reg. Rath, Hohenzollernstr. 6. W.
- - *Tobler*, Professor, Schillstr. 11. W.
- - *Vahlen*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Genthinerstr. 22. W.
- - *Virchow*, Prof., Geh. Medicinal-Rath, Schellingstr. 10. W.
- - *Vogel*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Potsdam, Astrophysikalisches Observatorium.
- - *Waldeyer*, Prof., Geh. Medicinal-Rath, Lutherstr. 35. W.
- - *Wattenbach*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Corneliusstr. 5. W.
- - *Albr. Weber*, Professor, Ritterstr. 56. SW.
- - *Weierstraſs*, Professor, Friedrich-Wilhelmstr. 14. W.
- - *Weinhold*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Hohenzollernstr. 10. W.
- - *Zeller*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Magdeburgerstr. 4. W.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1893.

I.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

12. Januar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

1. Hr. Schulze las: Über einige Hexactinelliden des indischen Oceans.

Die Arbeit wird selbständig publicirt werden.

2. Hr. von Helmholtz legte eine Mittheilung des Hrn. Dr. Lenard in Bonn vor: Über Kathodenstrahlen in Gasen von atmosphaerischem Druck und im äussersten Vacuum.

Die Mittheilung folgt umstehend.

3. Hr. Diels legte den 20. Band der Commentatoren des Aristoteles (Commentare zur Ethik. II. Theil), herausgegeben von G. Heylbut, vor.

4. Hr. von Bezold legte eine Sammlung mikroskopisch vergrösserter Photographien von Schnee und Eiskrystallen vor, welche Hr. Dr. Neuhauss in Berlin hergestellt hat.

Am 18. December 1892 starb das auswärtige Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Sir Richard Owen in London.

Über Kathodenstrahlen in Gasen von atmosphaerischem Druck und im äussersten Vacuum.

Von Dr. Philipp Lenard
in Bonn.

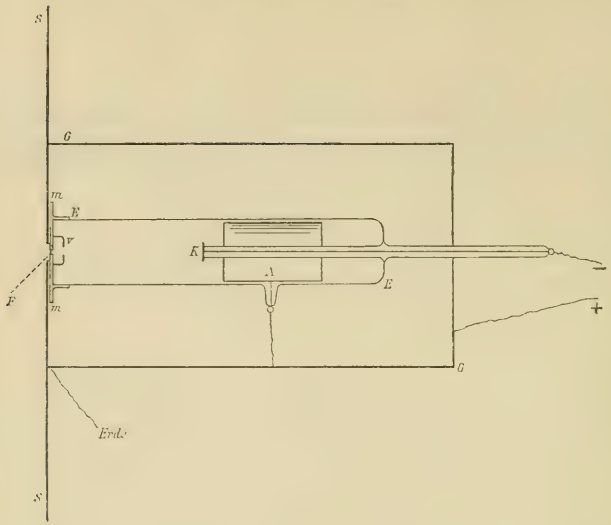
(Vorgelegt von Hrn. von Helmholtz.)

Die Phosphorescenz erregenden Strahlen, welche von der Kathode einer Geissler'schen Röhre ausgehen, werden, wie Hr. Hertz gefunden hat,[1] von dünnen Metallblättern hindurchgelassen. Gelänge es, ein Metallplättchen zu finden von solcher Dicke, dass es bei noch merkbarer Durchlässigkeit doch schon luftdicht schliesst und im Stande ist den einseitigen Druck der Atmosphaere auszuhalten, so genügte es, eine Öffnung in der Wand einer Entladungsröhre mit diesem Plättchen zu verschliessen, um jenen Strahlen den Zutritt zur freien Luft zu eröffnen. Dieser Gedanke ist in den Versuchen verwirklicht, deren kurze Beschreibung ich der Akademie in Folgendem unterbreite; es ist gezeigt, dass die Kathodenstrahlen, einmal erzeugt, sich auch in den lufterfüllten Raum hinein fortpflanzen, es ist damit eine bedeutende Erleichterung für ihre Beobachtung gewonnen und es ist zugleich möglich gemacht, die Bedingungen der Beobachtung unabhängig von denen der Erzeugung zu wählen und zu variiren.

Der Apparat.

Die Figur zeigt eine vortheilhafte Einrichtung des Apparates im Querschnitt. *EE* ist das gläserne Entladungsrohr, *K* die Kathode, eine Aluminiumscheibe von 12^{mm} Durchmesser, *A* die Anode, welche zweckmässig eine recht grosse Oberfläche besitzt. Der Kathode gegenüber ist das Rohr durch eine starke Metallplatte *mm* verschlossen, welche bei *F* in der Weite von $1^{mm}{}_{\cdot}7$ durchbohrt ist. Über diese Bohrung ist von aussen her ein geschlagenes Aluminiumplättchen von $0^{mm}{}_{\cdot}003$ Dicke gekittet. Wir nennen diesen für Kathodenstrahlen durchlässigen, für Licht und Luft vollkommen undurchlässigen Ver-

[1] H. Hertz, Wied. Ann., Bd. 45, S. 28, 1892.



schluss das Fenster, und den Raum, der sich in der Figur links davon befindet, den Beobachtungsraum. Die Entfernung der Kathode vom Fenster beträgt 12^{cm}; das Letztere ist durch den innern Vorschirm r dem Bereiche der Entladung entzogen und damit vor Corrosion bewahrt. Nach Aussen schliesst sich an die Fensterwand der grosse Metallschirm SS leitend an, und an diesen das Blechgehäuse GG. Gehäuse, Schirm und Anode, sowie der positive Pol eines grossen Inductoriums sind zur Erde abgeleitet, der negative Pol desselben ist mit der Kathode verbunden. Die gewählte Anordnung hält den Beobachtungsraum nahezu vollkommen frei vom Lichte und den elektrischen Kräften der Entladung. Die günstigste Verdünnung im Entladungsrohr ist erreicht, wenn der Potentialdifferenz zwischen dessen Elektroden eine Schlagweite von 3^{cm} zwischen Kugeln in Luft entspricht. Bezüglich der Erscheinungen, welche sich im Beobachtungsraume zeigen, habe ich bisher neben einigem weniger Wichtigen das Folgende festzustellen vermocht.

Kathodenstrahlen in der freien Atmosphaere.

1. Die Kathodenstrahlen bringen die Luft zu mattem Leuchten. Ein Schimmer bläulichen Lichtes umgibt das Fenster, er ist einigermaassen hell nur an dessen Oberfläche selbst. Starker Ozongeruch ist zu verspüren.

2. Phosphorescenzfähige Körper, in die Nähe des Fensters gehalten, leuchten an der ihm zugewandten Seite hell in dem ihnen eigenthümlichen Lichte. Mit zunehmender Entfernung vom Fenster nimmt die Erscheinung an Intensität rasch ab; sie verschwindet in einem Abstande von etwa 6^{cm}. Nur die Grösse der Entfernung bestimmt die Helligkeit des Leuchtens, ihre Richtung ist ohne Einfluss und diess kann nicht überraschen, denn Kathodenstrahlen gehen diffus durch Aluminium.[1] Erdalkaliphosphore, gewöhnliches und Uranglas, Kalkspath, Flussspath und andere Minerale, Pentadecylparatolylketon, Asaron leuchteten sämmtlich in derselben Farbe und relativen Helligkeit wie sie in evacuirten Räumen im Bereiche der Kathodenstrahlen leuchten. Besonders gross ist die Intensität bei den Erdalkaliphosphoren und den genannten Kohlenstoffverbindungen. Unter den Flüssigkeiten zeigte ein Tropfen Petroleum sein blaues Fluorescenzlicht. Nichtleuchtend, wie in evacuirten Röhren, blieben Metalle, Quarz, Glimmer und die durch Licht stark erregbare Eosingelatine; ebenso auch wässerige Lösungen von Eosin und Fluorescëin und die ätherische des Chlorophylls.

Alle Phosphorescenzerscheinungen im Beobachtungsraume hören auf, wenn ein an der Entladungsröhre angebrachter Magnet die Kathodenstrahlen von der Innenfläche des Fensters abhält.

3. Eine $^1/_2{}^{mm}$ dicke nicht zu kleine Quarzplatte, an irgend einer Stelle zwischen Fenster und phosphorescenzfähigem Körper eingeschoben, bringt sein Leuchten zum Verlöschen; ein gewöhnliches Gold-, Kupfer- oder Aluminiumblatt lässt es fast ungeschwächt bestehen. Ob übrigens eine Substanz sich als durchlässig erweist oder nicht, hängt ganz von der Dicke der angewandten Schicht ab. Ich habe keinen festen Körper gefunden, der in der Dicke eines Fünftelmillimeters, oder grösserer, merkbar durchlässig gewesen wäre, dagegen liessen dünne Schichten fast aller Körper theilweise durch. So starkes Schreibpapier, Collodiumhäutchen, Aluminiumfolien, selbst gewalzte bis zu $0^{mm}03$ Dicke, dünn ausgeblasenes Glas, sehr dünn gespaltener Glimmer. Fast vollkommen durchlässige Schirme sind ausser den schon genannten Blattmetallen Seidenpapier und Seifenhäutchen, welche Farben niedrigerer als der sechsten Ordnung zeigen.

4. Die Atmosphaere ist ein trübes Medium für Kathodenstrahlen: dieselben breiten sich in ihr nicht geradlinig aus, sondern diffus. Die Phosphorescenzwirkungen greifen stark in den vom Fenster aus projicirt gedachten Schatten eines undurchlässigen Körpers hinein und es ist nicht möglich durch Diaphragmen scharfe Strahlen von

[1] H. Hertz, l. c. S. 31.

Centimeterlänge abzusondern. Befindet sich eine Metallplatte mit scharfkantiger etwa millimeterweiter Öffnung in dem Wege der Kathodenstrahlen, sagen wir in 20^{mm} Abstand vom Fenster, und untersucht man den Raum hinter der Platte mit einem phosphorescenzfähigen Schirm, so findet man ein scharfes helles Bild der Öffnung nur ganz dicht hinter derselben; schon in 3^{mm} Entfernung ist das Bild etwa auf's Fünffache vergrössert und verwaschen und in 12^{mm} Entfernung ist der Schirm überall fast gleichmässig erhellt.

Kathodenstrahlen im Vacuum.

5. Es ist für das Wesen der Kathodenstrahlen eine fundamentale Frage, ob ihre Fortpflanzung an das Vorhandensein von Materie gebunden ist, oder ob sie auch durch den leeren Raum hindurch gehen. Die Unmöglichkeit, Kathodenstrahlen im vollständigen Vacuum zu erzeugen, verhinderte bislang die Beantwortung dieser Frage. Es ist jetzt möglich, das Hinderniss zu umgehen; wir erzeugen die Strahlen wie bisher, umgeben aber den Beobachtungsraum mit Glaswänden und pumpen ihn aus.

Je weiter die Verdünnung fortschreitet, um so grösser werden die Entfernungen, in denen sich noch Phosphorescenzwirkungen zeigen, um so deutlichere Strahlen werden gleichzeitig durch ein Diaphragma abgesondert. Ist derjenige hohe Verdünnungsgrad erreicht, bei welchem die Kathodenstrahlen gewöhnlich studirt zu werden pflegten, so zeigen die nun recht hell gewordenen Phosphorescenzerscheinungen an der Glaswand des Beobachtungsraumes geradlinige Ausbreitung an, in allen Richtungen vom Fenster aus. Die Länge der nun fast scharfen Strahlen (30^{cm}) ist nur durch die Wände begrenzt. Von dieser Verdünnung nun bis zur äussersten ändert sich nur mehr wenig. Die Strahlen scheinen noch etwas schärfer zu werden, die Glasphosphorescenz etwas heller. Bei dieser äussersten Verdünnung, bei welcher die Quecksilberluftpumpe zu wirken aufhört, versagt selbst das empfindlichste Prüfmittel für ein Gasresiduum, die elektrische Entladung. Es ist nicht mehr möglich, eine solche zwischen zwei in den Beobachtungsraum eingeschmolzenen Aluminiumplatten zu erzeugen: der Ausgleich erfolgt aussen, längs der Glaswand, obgleich der Abstand der Elektroden 20^{cm} beträgt. So unmerklichen Resten von Materie wird man keine merkbaren Wirkungen zuschreiben können. Ist diess zugegeben, dann entscheidet unser Versuch bezüglich des Wesens der Kathodenstrahlen dahin, dass sie Vorgänge im Äther sind. Wären sie Vorgänge in der Materie, so hätte jener Raum für sie so gut wie undurchdringlich sein müssen.

Es erübrigt zu den Versuchen dieses Abschnittes noch die Bemerkung, dass bei allen Verdünnungsgraden, die wenigstens einigermaassen deutliche Strahlenbildung zuliessen, auch starke Ablenkung dieser Strahlen durch den Magneten zu beobachten war.

Kathodenstrahlen in verschiedenen Gasen.

6. Verschiedene Gase sind in sehr verschiedenem Grade trübe Medien; mit grösserer Klarheit ist auch grössere Durchlässigkeit verbunden. Lässt man Leuchtgas zwischen dem Fenster und einem phosphorescenzfähigen Schirme austreten, so bemerkt man eine bedeutende Aufhellung am Schirm. Erfüllt man den nun wieder von Glaswänden eingeschlossenen Beobachtungsraum mit Wasserstoffgas von gewöhnlichem Druck, so erstrecken sich die Phosphorescenzerscheinungen bis auf 20^{cm} vom Fenster, also mehr als dreimal so weit wie in atmosphaerischer Luft von gleichem Druck. Zugleich ist es möglich, durch ein Diaphragma Strahlen abzusondern, die bis auf etwa 3^{cm} Länge einigermaassen scharfe Phosphorescenzflecke geben. Diese Strahlen in Wasserstoffgas von gewöhnlichem Druck werden durch den Magneten stark abgelenkt. Sauerstoffgas ist eben merklich undurchlässiger als Luft und ungefähr ebenso trübe. Kohlensäure ist viel undurchlässiger, alle Erscheinungen beschränken sich in diesem Gase auf Entfernungen innerhalb 4^{cm} vom Fenster; Strahlen, selbst von der Länge einiger Millimeter, sind nicht zu erhalten.

Nach diesem Verhalten der Gase zu schliessen, müssen bei den Vorgängen, welche das Wesen der Kathodenstrahlen ausmachen, äusserst kleine Dimensionen in Betracht kommen. Selbst gegen Licht von kleinster bekannter Wellenlänge verhält sich die Materie noch wie stetig den Raum erfüllend; hier dagegen ist das Verhalten selbst elementarer Gase das eines nicht homogenen Mediums, es scheint schon jedes einzelne Molecul als gesondertes Hinderniss aufzutreten. Die Moleculzahl, auf welche die Kathodenstrahlen in gleichen Volumina verschiedener Gase treffen, ist stets die gleiche, man kann daher sagen, Wasserstoffmolecule trüben den Äther viel weniger als Sauerstoffmolecule, diese weniger als Kohlensäuremolecule.

Ausgegeben am 19. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1893.

II.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

19. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

Hr. von Bezold las über Isanomalen des erdmagnetischen Potentials.

Die Mittheilung erscheint später.

1893.
III.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

19. Januar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Hr. Tobler las: Etymologisches.
Die Mittheilung folgt umstehend.

Etymologisches.

Von A. Tobler.

Ital. *attrazzo, attrezzo.*

Die beiden mit kaum erkennbarem Unterschiede gebrauchten Wörter, die beide stimmloses *z* haben, und deren zweitem bald geschlossenes (Tedeschi) bald offenes (Rigutini) *e* zugeschrieben wird, bedeuten ‚Geräte, Ausrüstung, Ausstattung (namentlich der Bühne), Takelwerk des Schiffes' und werden vorzugsweise im Plural verwendet zur Bezeichnung der mancherlei Dinge, die zur Einrichtung von Arbeitsräumen gehören; einige wenige Derivate (*attrezzuccio, attrezzista* u. a.) werden von den Wörterbüchern verzeichnet. Über ihre Herkunft äufsert sich wenigstens Zambaldi, Vocab. etimol., 1889, Sp. 85; doch wird von seinen zwei Möglichkeiten, **actricius* und **attrectio*, das ein von *attrectare* abgeleitetes Abstractum sein soll, keine viel Gönner zu gewinnen vermögen. Mir scheint, das Wort sei seitens der Italiener bei den Franzosen entlehnt, deren *attrait* aufser seinen heutigen Bedeutungen ‚Zug nach etwas hin, den man empfindet', ‚Anziehungskraft', ‚Lockendes in der leiblichen Erscheinung', ‚Köder für Fische' in früherer Zeit noch andere hatte, die denen der italienischen Wörter sehr nahe stehn. Es hiefs ‚Anfuhr' und zwar nicht allein die Verrichtung des Anfahrens, Zusammentragens, Aufhäufens, sondern auch das Ergebnis solches Thuns, also ‚Vorrat, Einrichtung, Ausstattung', so z. B. *Li cafteaus eſt ci por vos fes, Li bors et tos li beaus atrès; Por ço fu fais en ceſt bel liu Qu'en ëuffiés deduit e giu*, Parton. 1732; *Mout d'avoirs i ot amaſés, Quar tous li päis i iert trais* (in die belagerte Stadt). *Affés i orent fait d'atrais Et f'ierent garni a tos maus*, Mousk. 25808; *Li rois remeſt avuec ſa gent Et douna mout or et argent Et tant fiſt aporter d'atrait Qu'avant furent li engien trait* (zur Berennung der Stadt) eb. 26221; von der Ausstattung, Ausrüstung zur Seefahrt braucht, wie Andresen zu Rou III 9946 richtig bemerkt, das Wort Benoit: *Li navies e li atraiz Fu en affez poi d'ure faiz*, Chron. II 28688. Von andern merkwürdigen Verwendungen des altfranzösischen Wortes zu reden darf ich hier unterlassen; die nachgewiesene aber scheint

mir der des italienischen so nahe zu stehn, dafs dieses jenem gleichzusetzen wohl erlaubt sein wird. Die Herübernahme des französischen Wortes in seiner Pluralform *atraiz* ist um so weniger auffällig, als nach Rigutini auch das italienische vorzugsweise im Plural gebraucht wird: und das Schwanken dieses letzteren zwischen *a* und *e* erklärt sich hinlänglich aus dem Wandel, den im Französischen der fallende Diphthong *ai* erfahren hat.

Franz. ***rets***

ist im wesentlichen bereits richtig gedeutet. Man sieht es nicht mehr, wie noch Meyer-Lübke gethan hatte (Neutrum S. 98), als Lehnwort an, sondern als ein blofs durch wunderliche Schreibung irreführendes Erbwort, das früher *roiz* lautete, später **raiz* oder **rais* werden durfte und folgerichtig so geschrieben würde (s. Gröber, Substrate, Arch. f. lat. Lexikogr. V 453 Anm.). Ein paar Nebenumstände bedürfen aber noch der Erörterung. Afz. *roiz* will Gröber auf lat. *retium* zurückführen, das ja unzweifelhaft lautlich befriedigt, auch nicht ohne einige Bezeugung ist. Bedenken erregen aber das Fehlen entsprechender Formen in den Schwestersprachen und das abweichende Geschlecht: denn wenn gleich nfz. *rets* als männlich aufgeführt wird, so erscheint doch afz. *roiz* fast nur als Femininum, wo überhaupt das Genus erkennbar wird: *avoir tendu . . . une rois as colons*, Ombre 439; *fe fiert en la roiz*, Meraug. 53; *il voit la rois*, Rem. Am. 1224: *luy met devant les piés la rais pour le prendre*, Ménag. I 201: *foient couvers d'une robe et d'une rais pour les chas*, eb. II 286, und für weibliches Geschlecht zeugt auch die irrige Schreibung *l'arrois* in *Afin que l'autre oiſeau folie Illec en champs ou en marois, Qu'il fuſt happé deſſoubz l'arrois*, Vieille 41: *Pour ce que l'arroiz ne veoit, Deſpourveu dedenz ſe boutoit*, eb. 43, wobei vielleicht Vermengung mit *arroi* im Spiel ist (it. *arredo*). Männlich kenne ich das Wort nur aus den von A. Bouchérie herausgegebenen poitevinischen Predigten: *les bons poiſſons* (l. *peiſſons*) *qui ſunt on rez noſtre ſeignor*, 19; *en ſon rez a prou de la vermine e petit dans peiſſons*, 103; *dau rez que li peſcheor getent en la mer por prendre les peiſſons*, 208. Mir scheint, es ist völlig auszukommen mit dem durch die Lexikographen des Lateinischen hinlänglich gesicherten Femininum *retis*, welches it. *rete* f., sp. *red* f., pg. *rede* f., rät. *reit* f. und afz. ganz gewöhnlich *rei*, *roi* f. ergeben hat. Letzteres, das auch Meyer-Lübke a. a. O. aufführt, sei hier noch durch einige Stellen erwiesen, die über das Geschlecht keinen Zweifel lassen, und zwar nur solche, wo es im Singular auftritt, da im weit häufigeren Plural unentschieden bleibt, ob man mit *roi* oder mit *roiz* zu thun hat: *charrunt en la rei de lui* (in rete eius), Ps. Camb. 140, 10; *De fer fiſt une rei fotil* (Vulcan), En. 4361; *Enfus*

des boins voiſt ſe roi tendre, V. d. l. mort 284, 4; *Nule meillor rey n'i peus tendre,* Clef d'am. 650; *En un batel tendi ſa roi,* Barb. u. Méon I 87, 3 (= Montaigl. I S. 301): *Et priſt ſa roi et ſon trüel,* eb. III 474, 79 (= Montaigl. III S. 70); *Mors à le roy et à le glui A tant pris de gent,* Jub. N. Rec. II 273; *pecche Ore de ſa rey* (Glosse *of is neet*) *ore de la heche* (Gl. *hok*). Walt. Bibleſw. Fälle, wo männliches Geschlecht sich mit Sicherheit ergäbe, kenne ich nicht.[1] Aus dem ganz besonders häufig gebrauchten Plural dieses Wortes ist das *z* oder *s* auf den Singular übergegangen, wie mir scheint, etwa wie dies im Neufranzösischen mit *rais* ‚Speiche', *repas* ‚Mahlzeit', *remous* ‚Wirbel', eine Zeit lang auch mit *fourmis* ‚Ameise' geschehn ist, für welche die ältere Zeit noch die richtigen Singularformen *rai, repaſt, formi* besafs. Und das Überwiegen des Plurals im Gebrauche wird auch daran schuld sein, dafs eine gewisse, zuerst noch kaum bemerkbare Unsicherheit hinsichtlich des Geschlechtes eintrat. Ob auch im Altprovenzalischen ein unflektiertes *retz* bestand, ist nicht völlig gewifs: Raynouard citiert *Tireron la retz contra lor*, aber Sardous Druck hat an jener Stelle *ret*. SHon. 176a, und wenn es hier zwei Zeilen später heifst *es mortz en la retz*, so hindert der Reim *bugua ni gerllet* die Form *retz* anzunehmen: andre Stellen, wie z. B. Meyer Recueil 34, 13 lehren nichts. Den Nom. sing. *retz* mit dem Artikel *lo* weist Raynouard aus Peire d'Alvergne *Belh m'es qu'ieu faſſa hueymays un vers* (MG 223, 4) nach, einem Liede, das nur in der Hs. C überliefert ist. Neuprovenzalisch verzeichnet Mistral kein **res*, sondern nur *ret* und *arret* und zwar männlich und weiblich: letztere Form scheint, wie das oben erwähnte afz. *arroi*, das *a* des weiblichen Artikels mit dem Substantiv verbunden zu haben.

Altfranz. *menaiſon, -oiſon, -iſon.*

Über den Sinn des Wortes besteht keine Ungewifsheit; zu den vielen Belegstellen, die man bei Godefroy findet, kommen die Angaben von Glossaren, die von Carpentier beigebrachte aus 7684 *lienteria: menoiſon* und die freilich erst zu berichtigende des Vokabulars von Evreux 7 *diridia: menoiſons*, wo das lateinische Wort vielleicht *diſenteria* oder *diarea* (*dyſenteria* oder *diarrhoea*) lauten sollte. Es handelt sich um *levitas inteſtinorum* oder ‚Durchfall'. Die *menoiſon de ſanc* ist wohl nicht ein den Weibern eigenes Übel, wie Godefroy anzunehmen scheint, sondern kann beide Geschlechter treffen, wie sich aus dem achtzehnten der

[1]) Giebt es von dem Worte auch eine Form *ri*? Das *ris* Barb. u. M. IV 338, 395, wofür der Reim *ri* zu schreiben gebietet, scheint mir ‚Netz' heifsen zu müssen (zwei Zeilen vorher lies *Vers nous tout ſanz guiler failli*). Ein *ri* aus *retem* würde sich zu *feri* stellen, sofern dieses wirklich aus *fecretum* entstanden ist, und zu *complies*.

in der Romania XVIII 573 ff. abgedruckten Rezepte (gegen *fanglante menoifon*) entnehmen läfst. Das Etymon glaube ich in *manationem* sehn zu sollen, dessen erstes *a* sich zwar erhalten konnte, wie denn auch die Form *manefon* nachgewiesen ist, aber auch *e* werden durfte wie in *fenoor* aus *fanatorem*, *penetier* neben *panetier* (nicht zu reden von *g-renouille*, *grenier*, *menotte*). Einige Schwierigkeit machen mit ihrem *e* it. *menagione*, prov. *menazo(n)*. Es ist aber nicht unmöglich, dafs sie aus Frankreich eingeführt sind, oder dafs auf ihre Gestalt die irrige Annahme eines Zusammenhangs mit *menare* eingewirkt hat. Dafs *mener* auch *purger* heifse, wie Bos unter *menuifon* sagt, will mir nicht scheinen, geht wenigstens aus dem, was Littré unter *mener* 13 (gegen Ende) angiebt, nicht hervor. Die Form *menuifon* aber, die Bos an die Spitze seines Artikels stellt, und der er die Bedeutung ‚Minderung, Schwächung' und dann die weitere ‚Durchfall' beilegt, was ihn veranlafst an das Verbum *menuifier* ‚zerkleinern'[1] und an das Substantivum *menuife* ‚*inteſtin menu, grêle*' (?) zu denken, müfste in ersterem Sinne erst nachgewiesen werden, was kaum gelingen dürfte, und mufs auch im zweiten sehr verdächtig scheinen, obschon man sie bei Joinville 204a neben *menoifon* findet. Dieses einmalige *menuifon* wird wohl auf einem Lese- oder Schreibfehler beruhen: es könnte auch weder von *menuife* ‚Kleinzeug' noch von *menuifier* abgeleitet sein und würde ohne förmlichen Fehler mit *menaifon*, *-oifon* nicht wechseln können.

Franz. *haleter.*

Dafs *haleter* ‚keuchen' das lat. *halitare* sei, hat Diez I[3] 465 angenommen, wo er sagt, diesem Worte habe wie einigen andern deutscher Einflufs den sonst unromanischen Laut des lateinischen *h* als sogenanntes aspiriertes *h* wieder gegeben. Vermutlich ist schon vor ihm dasselbe gesagt oder gedacht worden, und nach ihm sehe ich nicht, dafs man anderes angenommen hätte (s. Brachet, Littré, Scheler; bei Körting ist das Wort überhaupt nicht zu finden). Und doch müfste *halitare* als Erbwort eine ganz andere Gestalt aufweisen, wie die Schicksale von *cogitare*, **vokitare*, **vanitare*, **taxitare*, *dubitare*, *domitare* zeigen, müfste dagegen als Lehnwort **haliter* lauten (vgl.

[1] Beiläufig sei bemerkt, dafs das Verbum *menuifier*, als Ableitung von *menu* ‚oft, häufig', auch ‚häufig werden, in kleinen Zwischenräumen auftreten' bedeutet; so hat man zu verstehen *Li coc menuifent, pres fu de l'eſclairier*, Og. Dan. 6289; *Quant vint al jor, que menuifoit li gals*, Alex. Gr. BB 534. Bekanntlich kräht der Hahn gegen Morgen *häufiger: de tant com il chante plus pres de l'ajornee, de tant chante il plus fovent*, Rich. de Fourn. S. 3; *el mati, can ſen venir lo jorn, canta plus ſoven*, Bartsch Chrest. pr.[4] 333; *quando el vien inverſo lo dì, ſi canta più ſpeſo et più de forza*, Tosco-venez. Best. S. 19 und dazu S. 276.

mériter, habiter, visiter), könnte auch dem Sinne nach sich kaum so stark von seiner älteren Verwendung entfernt haben, wonach es ‚hauchen, aushauchen' bedeutet. *voleter* ist auch nicht das lat. *volitare*, sondern eine selbständige Bildung der Franzosen, wie *becqueter, craqueter, marqueter, tacheter, moucheter* von den entsprechenden Verben *becquer* u. s. w. aus gewonnen sind; und wenn *visitare* aufser in der volkstümlichen Form *visder*, Oxf. Ps. S. 252, 1 und 253, 11 und in dem häufigeren *revisder* und aufser in der gelehrten Form *visiter* auch noch als *viseter* und *reviseter* auftritt, so wird hier das Daneben bestehn eines sinnverwandten *viser* (afz. ‚nachsehn, zuschauen, ins Auge fassen') die Ursache sein, dafs mit geringer Änderung dem Lehnwort *visiter* eine Form gegeben wurde, die es zu jenem in ein gleiches Verhältnis brachte, wie es zwischen *voler* und *voleter* bestand.[1] Im allgemeinen wird man nicht zugeben dürfen, dafs *-itare* sich als *-eter* darstellen könne. Ein **haler* aber, von dem aus das Französische mit eigenen Mitteln zu *haleter* hätte gelangen können, hat es nie gegeben: denn das alte und noch bestehende *haler* ‚anholen' steht offenbar aufser Zusammenhang mit dem uns beschäftigenden Worte.

Haleter heifst in der alten Zeit noch nicht ‚keuchen', sondern bezeichnet das rasche, heftige *Pochen, Klopfen, Schlagen* des Herzens. *Wogen* der Brust, wie es angestrengte Bewegung des Leibes, auch starke Gemütsbewegung begleitet. Da für dergleichen die altfranzösischen Wörterbücher ihrer Anlage nach keine Belege geben, seien hier einige beigebracht: *Puis* (nämlich *dois le cheval*) *faire courre et aler les galos et lors regarder a certes f'il a groffe alaine, f'il foufle et qu'il ait grant et groffe alaine par la bouche, fe les flancs luy haletent ou qu'il foit poucis*, Ménag. II 75; *la dame en la nef entre, Cui li cuers haletoit el ventre*, Guill. d'Angl. 136; *Par la main a pris Yfabel, Por qui fes cuers halete*, Rom. u. Past. II 58, 29; *Que mon cuer ne mete, Qi fi me halete, En Robin*, eb. III 23, 40; *Li cuers por li me halete*, eb. III 44, 43; *Au bon bourgois.. Le cuer* (l. *Li cuers*) *alete, vole et faut*, GCoins. 547, 224; *Cuers de fame.. plus halete et plus flaiele Que ne fet boillons en paele*, Jub. Jongl. 75 (der Vergleich ist lehrreich). In ungefähr dem nämlichen Sinne brauchte man und braucht man teilweise noch ***batre:*** *Por trois jors corre ne l'eftuet arefter* (das Rofs Broiefort); *Ne l'en batront li flanc ne li cofté*, Og. Dan. 2417; *Ja tant que me batent li flanc.., Ne feront mi enfant mangié*, Guill. d'Angl. 61; *Molt li bat li cuers et flaele*, Barb. u. M. III 240, 47; ***flaieler:*** *Ses cuers li bat et li flayelle Et frit con tourtyalz en payelle*, JCond. I 41, 1376;

[1] Die Vermutung, dafs *hageter* (*par les caviaus Me doit li une hageter*, Trouv. Belg. II S. 123, 7) gleich *agitare* sei, hat Scheler selbst a. a. O. 331 nur sehr zaghaft geäufsert.

de dolor mes cuers bat et flaielle, Bern. LHs. 501, 2; andere Beispiele hat man schon im Vorhergehenden gesehen: ***falir***, s. oben: ***fauteler:*** *Li cuers li volete et fautele*, Blancand. 1652 und gleichlautend Amad. 2406; *Li cuers el ventre li fautele*, C. d. Poit. 6, weiteres bei Godefroy; ***oifeler:*** *Li cuers de joie encor m'oifele*, GCoins. 115, 230; *Mout me fatelle Li cuers et oxelle*, Bern. LIIs. 228, 1; ***voler:*** *Son las de cuer... De joie li fautele et vole*, GCoins. 188, 375; noch nfz. *comment contenir le geste et les yeux, quand le cœur vole?* J.-J. Rousseau, Nouv. Hél. I 33; ***roleter,*** s. oben, und weiter: *Li rois pleure, fon fil regrete, Li cuers li tranle et li volete*, Blancand. 3262; *fes cuers ne vait voletant Fors por vouz*, Escan. 6027; *Sis quers volette e eſt en brande*, Ipom. 10209.

Hat man so, wie vorstehende, leicht zu vermehrende Beispiele zeigen, das in Freude und in Sorge beschleunigte Pochen des Herzens als ein Schlagen, Geifseln, Springen, Hüpfen, Fliegen, Flattern angeschaut und bezeichnet, so ist man ja durchaus im Kreise des Gewöhnlichen geblieben, wenn man dafür dasselbe Wort brauchte wie für das fortgesetzte Rühren der Flügel, ein Wort, das von *ele* (lat. *ala*) ebenso abgeleitet war wie *jambeter* ‚strampeln' von *jambe*, wie *cöeter* ‚schwänzeln' von *coe*, wie *culeter* von *cul*, wie *langueter* von *langue*. In seiner ersten Bedeutung, auf den Vogel als Ganzes angewandt, trifft man das Wort an folgender Stelle: *Quant voi la florete Naiſtre en la pree Et j'oi l'alöete A la matinee, Qui faut et alete, Forment m'agree*, Chans. Montpell. XVII 28, wozu übrigens zu bemerken ist, daſs Jacobsthal, an dessen Zuverlässigkeit ich keinen Augenblick zweifle, *halete* als Schreibung der Handschrift angiebt. Zts. f. rom. Phil. III. 546. Daſs nun *haleter* nfz. ein aspiriertes *h* hat, und die bis jetzt bekannten altfranzösischen Stellen für die ältere Zeit ein anderes Verhalten anzunehmen kein Recht geben, einige vielmehr für dasjenige zeugen, das man heute beobachtet (auf die Schreibung ohne *h* in der oben beigebrachten Stelle des GCoinsy möchte ich nicht viel Gewicht legen), ist allerdings der von mir geäufserten Ansicht nicht günstig, bildet aber bei der Herleitung des Wortes von *halitare* genau dieselbe Schwierigkeit. Daſs manche Wörter lateinischen Ursprungs das aspirierte *h* im Anlaut bekommen haben, ist bekannt; zu den bei Diez I³ 465 aufgeführten würden noch verschiedene weitere zu fügen sein: *haliegre, hériffon, huppe, hucher, onze*. — Ital. *alitare* dagegen ist ohne allen Zweifel eins mit lat. *halitare*, heifst aber auch nicht ‚keuchen', sondern ‚hauchen'. Span. *aletear* hinwieder, gleichbedeutend mit afz. *aleter*, ist von *aleta* abgeleitet.

Franz. *aloyau.*

Den Sinn des etymologisch noch unaufgeklärten Wortes giebt Littré ziemlich genau an: es scheint mir hienach den hinteren Teil des Filetstückes am Rinde zu bezeichnen. Von alten Belegstellen war lange auch mir nur die eine bekannt, auf die der genannte Lexikograph verweist: *Alonyaux de beuf. Faictes leſches de la char du trumel et enveloppez dedens mouelle et greſſe de beuf; embrochiez, roſtiſſiez et mengiez au ſel.* So das Rezept im Ménagier II 177. Es ist jetzt eine zweite beizubringen, seitdem mit dem vatikanischen Texte von Guillaume Tirel Taillevents *Viandier* auch der nur aus dieser Handschrift bekannte Anhang gedruckt ist, der von dem nämlichen, 1359 gestorbenen Verfasser herzurühren scheint. Hier liest man unter der Aufschrift *Alonyaulx: Prenez mouelle de beuf ou de la greſſe qui eſt ou rongnon de beuf, et trenchier par morceaulx longs et gros comme le doy d'un homme, et reffaire la mouelle de beuf en eaue chaude, et ne faire que boutter et tirer, et la greſſe plus largement, et avoir ung trumeau de veau, et oſter la chair des os le plus enſemble qu'on pourra, et la mettre par leſches tenues comme une eſpeſſe oublee, et les eſtendre ſur ung dreſſouer net, et enveloper les morceaulx de mouelle en ſes* (l. *ces*) *leſches de veau, et ung petit de ſel blanc et de pouldre fine ou blanche, puis avoir une broche de fer bien greſle et les embrocher, puis avoir de la paſte tele qu'il convient aux petites creſpes, et les en dorer, quant ilz ſont bien cuitz au regart de ceulx de mouelle,* Le Viandier de Guill. Tirel dit Taillevent, Paris 1892 S. 265. Die letzte Zeile ist zwar wenig klar; aber aus beiden Stellen ergiebt sich doch mit ausreichender Deutlichkeit, dafs *aloyau* in der alten Sprache noch nicht das zur Verwendung kommende Stück des Tieres bezeichnet, welches Stück vielmehr *char du trumel* genannt wird (noch jetzt ist *trumeau* ‚Schlägel, Keule'), sondern im Plural ein daraus bereitetes Gericht, nämlich Schnitten jenes Fleisches, welche um Mark oder Fett gewickelt und am Spiefse gebraten werden. Ich glaube, diese Präparate hat man ‚Lerchlein' deshalb genannt, weil sie wie Lerchlein, KrametS- oder andere kleine Vögel in langer Reihe hinter einander an den Spiefs gesteckt wurden, und weil sie aus einem Inhalt bestanden, um den eine Decke von anderer Substanz gerollt war, wie die Lerchen laut dem nämlichen Ménagier II 270 *entre deux tesmoings de lart* d. h. *des petites bardes de lard* an den Spiefs kamen. Man darf bei dieser Gelegenheit daran erinnern, dafs auch deutsche Mundarten ‚Vögel, Fleischvögel, Kälbervögel' ein gewisses Gericht nennen: es besteht aus ‚gebratenem Kalbfleisch mit Speckfüllung, um die es gerollt ist', s. Schweizerisches Idiotikon I 693. Auch das Neuprovenzalische, das den Singvogel *alau-*

feto (= fz. *alouette*) nennt, bezeichnet mit *alaufeto feufo os* nach Mistral ein Stück Leber, das in ein Stück vom Netz eingewickelt ist, und mit *caieto* d. h. ‚Wachtelchen': *eſpèce de mets fait avec du foie de porc et des épinards enveloppés dans un morceau d'épiploon*, was in Zürich ‚Spifsli' heifst. *alöel* ist ein Deminutivum, das sich neben *alöete* und *alöele* zu *aloe* stellt, und das ich als Bezeichnung des lebenden Vogels nach Godefroy nicht weiter nachzuweisen nötig habe. Das *iau* der Endung, das sich zunächst nur vor dem *s* der Flexion ergab, ist wie bei den meisten mit *-ellus* gebildeten Wörtern nachmals in allen Fällen festgehalten worden und zwar mit dem *i* der alten Zeit (nicht *e* wie nach Konsonanten) gleichwie in *boyau, hoyau, joyau, tuyau*. Dafs nachträglich, was erst der Name eines Gerichtes war, zum Namen des verwendeten Fleischstückes wurde, kann nicht Wunder nehmen.

Franz. *ébouler*

findet man bei Brachet. Littré. Scheler als Ableitung von *boule* ‚Kugel' aufgefafst: *tomber comme une boule* erklärt der erste, als ob Kugeln anders fielen als sonst Gegenstände. *rouler, tomber comme une boule* der zweite, *rouler comme une boule* der dritte, als ob bei einem *éboulement* irgend welches Rollen vorkäme oder mehr als ganz nebensächlich wäre. Das Wesentliche bei dem Vorgang ist vielmehr das Einstürzen des Ausgehöhlten. Unterhöhlten: und so sehe ich denn in dem nfz. Worte das afz. *eſböeler* ‚ausweiden', sehe in einem *monticule, chemin éboulé* einen Hügel oder einen Weg, die eingesunken sind, wie ein Bauch, dem die Eingeweide (*böel* = *boyaux*) entnommen sind. Was Littré zur Geschichte des Wortes aus altfranzösischer Zeit beibringt, bedarf der Berichtigung: an der ersten Stelle *Mais les oudes forment f'eſboulent, Qui la nef deburtent et foulent*, Guill. d'Angl. 130, hat man es gar nicht mit dem uns beschäftigenden Worte zu thun, sondern mit *eſbolir* (*ex-bullire*) ‚aufwallen'; an der anderen *toutes amendes qui font por empiremens de quemins, ſi comme por eſboouler quemins ou por fere murs ou foſſés ou edifices ou terre oſter en empirant le quemin, font de foixante fous*, Beaumanoir 25, 10 hat er unerlaubterweise *eſbouler* geschrieben, während der Druck *eſbooulr* giebt, eine zwar Bedenken erregende, jedenfalls aber viersilbige Form, die wohl in *eſbouler* gebessert werden darf.[1] Wenn im heutigen Französisch das *e* der letzten Stammessilbe geschwunden ist, so ist dies für alle flexionsbetonten Formen des Verbums und für die Ableitungen *ébouh-*

[1] Zu der Vertauschung von *eo* mit *öe*, von welcher Zts. f. vgl. Sprachf. N. F. III 417 gehandelt ist, kommt meines Wissens eine Umkehr, durch die *eo* an die Stelle von *öe* träte, nicht vor.

mont, choulis durchaus das Gesetzliche, dagegen hätten die stammbetonten Formen des Verbums eigentlich das *e* bewahren müssen, *le chemin *s'eboulle*. Hier hat eben eine jener bekannten Stammesausgleichungen stattgefunden, wie wir sie auch in *rouler* treffen, das nicht *rotulare* (afz. *roller*), sondern **rotellare* (afz. *röeler*) wiedergiebt. Hierher gehörten auch das nach Sachs bei Montaigne vorkommende *tourneboulet*, das man von dem afz. *torneböeler* Jub. Jongl. 164[1] und dem häufiger begegnenden Substantiv *torneböele* keinesfalls trennen darf, und das bekanntere *bouleverser*, welcher Zusammensetzung erster Teil mit dem zweiten von *tourneboulet* doch ohne Zweifel identisch ist.[2] (Ich gestehe übrigens, dafs mir die der Bildung des Wortes *torneböele* zu Grunde liegende Anschauung nicht klar ist. Dachte man daran, dafs beim Purzelbaum der Hauptdarm das Unterste zuoberst kehrt?) Es giebt auch ein afz. *esboillier*, das Michel und Godefroy von *esböeler* hätten trennen sollen, da es mit diesem zwar gleichbedeutend, aber nicht gleicher Herkunft ist: *Tant en oënt et esboillent Com il tor pleſt (: acoillent)*. Troie 22784: *Meuz volent que tuit* (Var. *toz*) *les esbuillent Que ja mais un fol en recoillent*, Chron. Ben. II 15722. Dieses *esboillier* gehört zu jenem *boille* (Godefroy *buille*), welches G. Paris Rom V. 382 samt *brueille* auf **botula* für *botulus* zurückgeführt hat, und das ich, ob man darüber lache oder nicht, auch in dem Namen der berühmten *bouille-abaiſſe* ‚Fischsuppe' wieder finde: denn nimmer werde ich glauben, dafs Fischer diesem ihrem Lieblingsgericht einen Namen gegeben hätten, der *bouillon abaiſſé* d. h. *réduit par l'évaporation* bedeutete, wie Littré meint, oder (*la marmite*) *bout, abaiſſe-la (parce qu'il ne faut qu'un bouillon pour cuire ce mets)*, wie Mistral annimmt, oder *elle bout et baiſſe*, wie mir jemand angesichts einer am Strande der Bretagne brodelnden *bouille-abaiſſe* gesagt hat, obschon sie kein anderes Wallen und Sinken zeigte als jedes beliebige kochende Wasser: dagegen scheint mir ein Gericht, das im wesentlichen aus einem Gemengsel von allerlei zerstückten Fischen besteht, in *bouille à abbeſſe* ‚Äbtissingedärme' einen meinetwegen nicht sehr appetitlichen, aber in Erwägung der Fastenkost einer frommen Nonnenvorsteherin ziemlich zutreffenden und für Hafenvolk stilgemäfsen Namen zu besitzen. Abzulehnen wäre freilich die hier vorgeschlagene Deutung

[1] Jubinal liest übrigens *Merveille eſt de ceſt monde comme torne boule*, und vielleicht ist es richtig für die ältere Zeit noch Selbständigkeit der Bestandteile des nachmaligen Kompositums anzunehmen.

[2] Wenn Darmesteter, Form. d. mots compos. 141 *bouleverſer* erklärt *verſer en boule, comme une boule*, so kann ich mir dabei wenig denken; kann man bekanntlich schon einen Würfel nicht umstürzen, so hält es bei einer Kugel wo möglich noch schwerer. — Das gleichfalls veraltete *tourneboule* ist natürlich erst vom Verbum aus gewonnen, steht mit afz. *torneböele* in keinem unmittelbaren Zusammenhang.

von *bouille-abaiffe*. wenn fest stünde, dafs der neuprov. Name *boulhobaiffo* dem Gerichte zuerst im Süden gegeben wäre, wo die Äbtissin *abadeffo* heifst; aber das ist meines Wissens keineswegs ausgemacht. Die andern vorgebrachten Erklärungen würden mir übrigens dadurch nicht annehmbarer, dafs die meine unhaltbar wäre. — Eben sehe ich noch, dafs schon Chambure, Gloss. du Morvan 1878, für *ebouler* neben der Herkunft von *boule* auch die von afz. *boele* für möglich gehalten hat. Das *débouler* des Argot im Sinne von *accoucher* wird sicher zu *boule* gehören.

Franz. *banneret.*

Dafs das Wort eine Ableitung von *bannière* sei, wie Brachet und Littré ohne weitere Bemerkung sagen, wird niemand bezweifeln; wohl aber darf man Bedenken tragen in dem verwendeten Suffixe das bekannte Deminutivsuffix zu sehn. Das Deminutivum zu *banière* hat altfranzösisch *banerete* gelautet und ist natürlich weiblich gewesen; und wenn dieses Wort auch zur Bezeichnung dessen werden konnte, der ein Fähnlein zu tragen das Amt hatte, und dann männlich werden durfte wie nfz. *enfeigne*, so wäre doch zu erwarten, man fände es auch männlich in seiner weiblichen Form auf *-e* und in der eben angegebenen Bedeutung; keins von beiden ist aber der Fall. Das Wort ist vielmehr zunächst ein Adjektiv zur Bezeichnung dessen, der ein eigenes Banner zu führen berechtigt ist, und tritt männlich mit *-e* nie auf. Das mag denn auch Scheler veranlafst haben, an das deutsche ‚Bannerherr' zu erinnern. Aber auch an Aufnahme des erst ziemlich spät nachweisbaren deutschen Kompositums ist nicht zu denken. Die ältere afz. Form ist *banerez* oder, wo *s* und *z* im Auslaute zusammenfallen, *banerès*: *fe li chevaliers eftoit banierès felonc fon eftat, fes jornees feroient creüs* (der Ersatz für die von ihm in Haft verbrachten Tage würde erhöht): *por cafcun chevalier de fe meſnie ... cafcun cinc faus, et por le perſone du banerès dix faus*. Beaum. 43, 31; so wird in der von Godefroy beigebrachten Stelle einer Urkunde aus Mons *chevalier banerech* (statt *banerche*) zu schreiben sein, und das von demselben belegte *conteffes banereffes* in Christ. de Pis. giebt das richtige alte Femininum zu *banerez*, blofs in der Schreibweise einer Zeit, die *ç* und stimmloses *s* nicht mehr schied. Andere mir bekannte altfranzösische Stellen, wo die männliche Form mit *z* oder *s* erscheint, würden nicht bestimmter für *banerez* als für *baneret* zeugen, so G Guiart II 4697, B Seb. XVIII 343, Gir. Ross. 12 und 166. Letztere Form kommt nämlich auch in alter Zeit schon vor: *Maint(e) autre i ot dont ne m'apens, Ki erent baneret et conte*, Ren. Nouv. 201; *pour les gages de nous banneret, quatre bacheliers et quarante cinc eſcuiers,*

Urk. von 1383 in S. d'Anglure LXVIII. Es ist eben der Ausgang *-ez* mit *-et* verwechselt, wie in *chevet* geschehn ist; das Suffix, das jenem ersteren zu Grunde liegt, ist *-ĭcius* = it. *-eccio* (s. Diez II[3] 317).

Noch einige weitere Wörter zeigen die gleiche, im Französischen ziemlich seltene Bildung, und sie zusammenzustellen wird noch immer verlohnen, auch nachdem Horning im Lit. Blatt für germ. u. rom. Philol. 1890, 105 damit einen Anfang gemacht hat. Wir haben da einmal einige Monatsnamen: *fenerez* (oder *-ech*) ‚Heumonat', abgeleitet von *fenecor* eher als von *fenier* und nachgewiesen bei Roquefort Suppl. unter *Kalendier* und bei Godefroy: das nämliche Wort als weibliches Adjektiv trifft man in der Verbindung *une faz fainerece (‚falcem faenariam')*, Dial. Greg. 22, 20 und vielleicht auch an einer nicht recht verständlichen Stelle bei Godefroy, der aber *faneresse* ‚Heuerin', weil dieses mit *-issa* von *fanecor* abgeleitet ist, nicht mit jenem hätte vermengen sollen. *jaschierez* oder *gieskerech* (oder *-aig*) ‚Brachmonat', abgeleitet von *jaschiere*, nfz. *jachère* ‚Brache', nachgewiesen von Roquefort a. a. O. und von Godefroy, in der Form *gieskeraig* zu finden in einer Urkunde aus Tournay von 1265 in Compte-rendu de la Commiffion roy. d'hist. T. IX, S. 143. *pasquerez* scheint nicht so sehr einen bestimmten Monat als die ‚Osterwoche' zu bezeichnen und ist auch als Adjektiv im Gebrauche gewesen: Belege giebt Carpentier-du Cange unter *pascha* 116, 3, ferner Godefroy, bei welchem in der Stelle aus Perceval *Entor* für *Encor* zu schreiben war; dazu kämen *Le mercredi de pafquerez*, GGuil. II 3966: *choulx que l'en appelle choulx pasquerès pour ce que l'en les mengue en pafquerez, mais ils font fimés des oouft*, Ménag. II 143: in dem Leben Gregors Rom. VIII 527 Z. 749 ist *qu'en pafquerez*, wie man bei Godefroy liest, jedenfalls das Richtige. Auch bei diesem Worte, das eine Ableitung von *pascor*, nicht unmittelbar von *pafque*, sein wird, oder, wenn es von letzterem aus gewonnen wäre, durch die angeführten Monatsnamen beeinflufst sein müfste, ist frühzeitig die Verwechselung von *-ez* mit *-et* eingetreten: die Form *pafqueret* findet man bei Godefroy, auch im Ménag. II 183, und auf sie wird der heutige Blumenname *pâquerette* ‚Gänseblümchen' zurückzuführen sein. Hieher gehört auch *berferez*, das wie *berferie* auf *berfeor* ‚Jäger' zurückgeht, in dieser Form mehrfach auch im Acc. sing. belegt ist, s. Godefroy und aufserdem Eneas 3576, und an mehreren Stellen hergestellt werden darf, wo die Ausgaben *berferet* bieten: *Qens ne rois n'out tel berferet* (:*prez* ‚bereit'), Trist. I 71; *feete berferete* (:*trace*), eb. 77; *berferez*, S Gile 1800 ist Acc. pl., der gleich gut auf einen Singular mit *z* wie auf einen mit *t*, den der Herausgeber ansetzt, zu schliefsen erlaubt: für *berferet* zeugt God. Bouillon 32, wenn dort richtig gelesen ist und nicht etwa *berferee* in der Hand-

schrift steht: gleiches gilt von Trist. I 76 und 130; Stellen, wo der Reim die Form mit *t* verbürgte, kenne ich nicht. Über die Bedeutung s. G. Paris in Rom. 21, 291. Blofs in adjektivischer Verwendung kommen vor: *chevalerez* in *biere chevalerece* (:*pereſce*), Erec 4725; (:*noblece*), Claris 16980; (:*adrece*), Ren. 11862 = M Ia 2108, s. auch Godefroy, der das Wort mit *chevalereſſe* ‚Rittersfrau' nicht hätte zusammenwerfen sollen, obschon jenes in später Zeit gelegentlich mit *ff* geschrieben vorkömmt. *jamberez* in *eſchaces jambereſces*, Ren. 28382 = M VII 582 (:*areſces* = **adrectias*, dessen dritte Person *areſce* allerdings eb. 612 auch mit *trechereſſe* reimt): das Wort mag durch *jambiere* mit *jambe* in Verbindung stehen. *vinerez* in *celle vinereſſe* (*‚cella vinaria'*) SSBern. 130, 11, das man zunächst zu *vinier* stellen darf: die Schreibung mit *ff* mufs in diesem Text auffallen. Ganz besonders sind die vier meines Wissens nur im Roman de Troie nachzuweisenden Substantiva merkwürdig, in denen *-erece* dieselbe Kraft hat, die sonst *-ëiz* eignet: *La ot ſifaite chaplerece Et ſi fiere retenterece, Si fete preſſe et ſi eſtrange Que l'uns por l'autre ſ'i eſchange*, 8551; *Ci ot eſtrange caplerece Et de Perſeis tel traierece*, 15891; *La ot ſifaite traierece Et de cordes tel croiſſerece*, 7392; *Iſſi ot noiſe et traerece* (:*bleſſe*, d. h. *blece*), 9497; *Et de forz lances de ſapin Grant froiſſëiz, grant croſſerece*, 13983. Es könnte sein, dafs unter den neufranzösischen Wörtern auf *-eret* noch das eine oder andere steckte, dem in älterer Zeit *-erez* zukam, nur dafs wir das nicht nachzuweisen vermögen; man wird sie genau darauf anzusehen haben, ob ihre Bedeutung eher auf ein Deminutivsuffix oder auf ein die Zugehörigkeit bezeichnendes hindeutet. *ableret* ist ohne Zweifel deminutiv zu *abliere* ‚Netz, mit dem man *ables* fängt', *couperet* zu *coupeur* u. s. w. Dagegen könnte *coteret*, älter *coteret*, in der Bedeutung ‚Knebel, Bengel' früher **coſterez* gelautet haben, von *coſtiere* ‚Seite' abgeleitet sein und zunächst einen der Knebel bezeichnet haben, die an Mist-, Sand-, Obstwagen die seitlichen Stützen für die Bretterwände bilden: das einstmalige Vorhandensein eines Adjektivs *coſterez* geht aus dem des Adverbs *coſterecement* bei BCond. 298, 853 hervor, welches ‚seitlich, seitwärts' heifst. Auch *guilleret* würde sich als **guillerez* von *guillevr* mit der Bedeutung ‚spitzbübisch', *fourbe* deuten lassen.

Ausgegeben am 26. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1893.
IV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

26. Januar. Öffentliche Sitzung zum Gedächtniss Friedrich's II. und zur Vorfeier des Geburtsfestes S. M. des regierenden Kaisers und Königs.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Nachdem der vorsitzende Secretar Hr. Mommsen in kurzen einleitenden Worten an das Gedächtniss Friedrich's des Grossen erinnert und den Wünschen der Akademie für Se. Majestät den Kaiser Wilhelm Ausdruck gegeben hatte, hielt Hr. Zeller den Festvortrag: Über die Entstehung urgeschichtlicher Überlieferungen.

Alsdann wurden die folgenden Berichte über die fortlaufenden grösseren wissenschaftlichen Unternehmungen der Akademie und über die mit ihr verbundenen Stiftungen und Institute erstattet.

Sammlung der griechischen Inschriften.

Bericht von Hrn. Kirchhoff.

Was das Corpus der Attischen Inschriften betrifft, so ist der Druck der von Hrn. Dr. Kirchner besorgten Indices zur zweiten Abtheilung zum Abschlusse gelangt: die Arbeit an den Supplementen zu derselben Abtheilung, deren Zusammenstellung Hr. Koehler übernommen hat, ist so weit gefördert, dass mit ihrer Drucklegung vielleicht noch vor Ende dieses Jahres wird begonnen werden können. Von dem Corpus der nordgriechischen Inschriften ist der erste, die Inschriften der Megaris, Boeotiens und des Gebietes von Oropos ent-

haltende und von Hrn. Prof. Dittenberger redigirte, Band im Laufe des verflossenen Jahres im Druck vollendet worden und gegen Ende desselben zur Ausgabe gelangt. Für den zweiten Band, welcher die Inschriften der Stadt Delphi und ihres Gebietes, so viele ihrer bis zum Beginne der französischen Ausgrabungen zu unserer Kenntniss gelangt waren, zu befassen bestimmt ist, sind die Scheden fertig gestellt. Auch die Arbeit am dritten Bande, in welchem Hr. Prof. Dittenberger die Inschriften von Phokis und dem übrigen Mittelgriechenland, von Thessalien, Epiros und den Inseln des ionischen Meeres zusammenstellen wird, hat begonnen werden können.

Sammlung der lateinischen Inschriften.

Bericht der HH. Mommsen und Hirschfeld.

Von der Sammlung der lateinischen Inschriften ist in diesem Jahre der von Hrn. Hübner bearbeitete Supplementband zu den Spanischen Inschriften zur Ausgabe gelangt.

Von der zweiten Auflage des ersten Bandes, welche in zwei Abtheilungen getrennt werden soll, ist die zweite die Fasten und die Elogien umfassende von den HH. Mommsen und Hülsen in Rom im Satz soweit gefördert, dass deren Ausgabe im laufenden Jahre mit Sicherheit zu erwarten ist.

Der von den HH. Mommsen, Hirschfeld und v. Domaszewski in Heidelberg besorgte dritte Supplementband (Orient und Donauländer) ist bis auf die Addenda und die Indices fertig gestellt und dürfte im Laufe des begonnenen Jahres erscheinen.

Der Druck des VI. Bandes (stadtrömische Inschriften) ist im Jahre 1892 nicht gefördert worden. Für die Vorbereitung der noch ausstehenden Theile ist Hr. Hülsen thätig gewesen und stellt die Wiederaufnahme des Satzes für den Sommer dieses Jahres in Aussicht.

Band XI (Umbrien) ist bis zum 114. Bogen gesetzt; der Herausgeber, Hr. Bormann in Wien, gedenkt behufs Redaction der Addenda in diesem Jahre nach Italien zu gehen. Hr. Ihm in Halle hat mit der Bearbeitung des zu diesem Bande gehörigen Instrumentum begonnen.

Der Druck des IV. Supplementbandes (Pompejanische Wachstafeln) und der des XIII. Bandes (Nordgallien und Germanien) hat vorläufig noch nicht, wie in Aussicht gestellt war, wieder aufgenommen werden können, da Hr. Zangemeister in Heidelberg durch die Arbeiten der Limes-Commission vollauf in Anspruch genommen war. Die Bearbeitung des Instrumentum ist durch Vervollständigung des massenhaften

Materials und Ausarbeitung einzelner Kategorieen durch Hrn. Bohn weitergeführt worden.

Der Satz des XV. Bandes (stadtrömisches Instrumentum) ist durch Hrn. Dressel bis zum 91. Bogen weitergeführt. Die im Satz befindliche Abtheilung umfasst die Arretinischen Gefässe, auf welche unmittelbar die übrigen Thongefässe sowie die Lampen folgen sollen.

Durch Übersiedelung des Hrn. Schmidt nach Königsberg und Erkrankung desselben ist der Druck des VIII. Supplementbandes (Africa) gehemmt worden; doch haben die Herausgeber den Satz bis zum 88. Bogen geführt.

Das epigraphische Archiv, das zur Zeit in den Räumen der K. Bibliothek sich befindet, ist auch in diesem Jahre entsprechend vermehrt worden. Die Benutzung desselben ist unter den durch die Beschaffenheit der Sammlung gebotenen Cautelen den Gelehrten jeden Dienstag von 11—1 Uhr gestattet.

Prosopographie der römischen Kaiserzeit.

Bericht des Hrn. Mommsen.

Von der Prosopographie der römischen Kaiserzeit hat nach Abschluss des Manuscripts der Druck begonnen. Von dem zweiten Band, bearbeitet von Hrn. Dessau, sind 5, von dem dritten, bearbeitet von Hrn. von Rohden, 3 Bogen gedruckt; von dem ersten, bearbeitet von Hrn. Klebs, ist der Druck noch nicht in Angriff genommen worden.

Ausgabe der Aristoteles-Commentatoren.

Bericht der HH. Zeller und Diels.

Im verflossenen Jahre sind zwei Bände fertig gestellt worden: der zweite Band der kleinen Schriften des Alexander herausgegeben von I. Bruns (Supplementum Aristotelicum: Band II 2) und der zweite Band der Ethikcommentare (Michael. Eustratius. Anonymi: Band XX) bearbeitet von G. Heylbut. Die beiden Commentare des Simplicius zur Schrift de coelo (Bd. VII: Herausgeber I. L. Heiberg) und in Physica V—VIII (Bd. X; Herausgeber H. Diels) sind im Drucke.

Corpus nummorum.

Bericht des Hrn. Mommsen.

Für die Sammlung der antiken Münzen Nordgriechenlands ist die in dem vorjährigen Bericht in Aussicht gestellte Bereisung Russlands und der Balkanländer durch Hrn. Pick während der Monate

März bis Juli v. J. ausgeführt worden und die überall mit grösster Bereitwilligkeit von den Vorstehern oder den Privatbesitzern gewährte Durchsicht der Kabinette hat namentlich in Petersburg, Moskau, Kiew, Odessa, Bukarest, Constantinopel, Adrianopel, Philippopel und Sofia zu dem bisher bekannten Material einen ungemein umfassenden und wichtigen Zuwachs geliefert. Ferner ist insbesondere für die Bearbeitung der Münzen Makedoniens an Hrn. Dr. Hugo Gaebler in Berlin eine neue Hülfskraft gewonnen worden. Der Beginn des Satzes der ersten Moesien und Thrakien umfassenden von Hrn. Pick bearbeiteten Abtheilung steht unmittelbar bevor und die Hoffnung darf festgehalten werden, dass diese Abtheilung in dem laufenden Jahr oder im Anfang des folgenden wird ausgegeben und das gesammte Werk bis zum Jahre 1895 abgeschlossen werden können.

Politische Correspondenz Friedrich's des Grossen.

Bericht der HH. von Sybel und Schmoller.

Bei der Publication der »Politischen Correspondenz Friedrich's des Grossen« sind auch im diesmaligen Berichtsjahr neben Prof. A. Naudé die HH. Dr. von Buttlar und Dr. Herrmann beschäftigt gewesen. Neu erschienen ist im Jahre 1892 der 19. Band der Correspondenz. Er umfasst die Akten des Kriegsjahres 1760. Für dieses Jahr, für die Zeit der Kämpfe von Dresden und Landshut, Liegnitz und Torgau konnte wiederum eine unerwartet grosse Zahl von Briefen des Königs, sowohl politische Erlasse wie militärische Ordres, aus dem Berliner Geheimen Staatsarchiv veröffentlicht werden. Neben dem Staatsarchiv lieferte uns auch diesmal das Kriegsarchiv des Grossen Generalstabs die reichste Ausbeute. Durch das freundliche Entgegenkommen des Geh. Regierungsraths Dr. Schottmüller wurden uns ferner die nachgelassenen Papiere des Prof. Preuss, des Herausgebers der Oeuvres, zugänglich gemacht, die zahlreiche Abschriften von jetzt verloren gegangenen Originalen enthalten. Dass solche Papiere in Privatbesitz, die noch vor 40 Jahren vorhanden waren, heut nicht mehr aufzufinden sind, ist sehr zu beklagen; leider pflegen viele unserer historisch berühmten Familien den Papieren ihrer Vorfahren geringes Interesse und geringe Sorgfalt zuzuwenden. Unsere Anfragen und Recherchen sind, mit mehreren rühmlichen Ausnahmen, in den meisten Fällen ohne Erfolg geblieben; sie wurden häufig mit Gleichgültigkeit aufgenommen. Und doch liegt es im eigenen Interesse der preussischen Adelsfamilien, dass in die amtliche und officielle Sammlung der Correspondenz Friedrich's des Grossen die wichtigsten

Schreiben des Königs an ihre Vorfahren eingereiht, und dadurch die historische Bedeutung dieser Beamten oder Officiere und ihre Beziehungen zum Könige in das rechte Licht gestellt werden. Man meine nicht, dass diese Papiere in Privatbesitz von untergeordneter Bedeutung seien. Es ist daran zu erinnern, dass nach der Sitte des 18. Jahrhunderts alles, was von königlichen oder Ministerialschreiben einem General oder Gesandten zukam, im Privatbesitz der betreffenden Officiere oder Diplomaten verblieb; nur einzelnes wurde gelegentlich später an die Behörden oder an die Staatsarchive abgeliefert. Daher sind von allen Correspondenzen, bei denen keine Concepte oder Abschriften zurückbehalten wurden, die Bestände des Staatsarchivs ganz fragmentarisch, das meiste und wichtigste liegt in den Familienarchiven. Das gilt vornehmlich von der militärischen Correspondenz des Königs. —

Für das nächste Berichtsjahr können wir, bei der Vermehrung unserer Mitarbeiter, einen beschleunigten Gang der Publication mit Bestimmtheit in Aussicht stellen. Die Vorarbeiten für den folgenden 20. Band sind weit vorgeschritten, ein Theil des Bandes ist bereits für den Druck fertig gestellt.

Acta Borussica.

Bericht der HH. von Sybel und Schmoller.

I. Die drei Bände, welche die preussische Seidenindustrie im 18. Jahrhundert behandeln, sind, von Hrn. Dr. Hintze bearbeitet und fertig gestellt, im Laufe des Jahres 1892 erschienen: Dr. Schmoller hat darüber in der Gesammtsitzung der Akademie vom 21. April 1892 (abgedruckt Beilage zur allgemeinen Zeitung Nr. 117 u. 120 vom 19. u. 23. Mai 1892) eingehender berichtet. Es wird deshalb hierauf an dieser Stelle nicht näher zurückzukommen sein.

II. Der erste Band der Akten der innern preussischen Staatsverwaltung, von Hrn. Dr. Krauske bearbeitet, liegt druckfertig vor, und wird dieser Tage der Verlagsbuchhandlung übergeben werden: er umfasst die Jahre 1700 — 1713 als Vorbereitung der Regierungszeit Friedrich Wilhelm's I. und dann die beiden ersten Regierungsjahre dieses Königs, welche sehr reich an organischen Verfügungen sind: es steht zu hoffen, dass dieser Band Ende des Jahres 1893 wird erscheinen können.

III. Die Bearbeitung der preussischen Getreidehandelspolitik durch Hrn. Dr. W. Naudé nähert sich ihrem Abschluss: die Aktensammlung bis 1786 ist nahezu vollendet; auch von den überreichen Materialien der Epoche bis 1806 ist schon viel durchgesehen. Es wird

sich fragen, ob der Druck begonnen werden soll, ehe das Ganze vollendet vorliegt. Der möglichsten Zusammendrängung des grossen Stoffes wegen dürfte es vielleicht doch angezeigt sein, diesen Termin abzuwarten.

IV. Die Bearbeitung des Berg- und Hütten- und Salinenwesens war 1. October 1891 — 1892 dem Hrn. Bergassessor Knops aufgetragen: er hat hauptsächlich die rheinischen und Magdeburgischen Bergwerksakten des 18. Jahrhunderts, die noch auf dem hiesigen Handelsministerium liegen, ausgezogen. Leider wünschte er 1. October 1892 zu seinem praktischen Berufe zurückzukehren, da ihm eine zusagende Stelle angeboten war. Doch hat die akademische Commission in Hrn. Bergassessor Schwemann einen passenden Ersatz erhalten; es ist ihm aufgetragen mit der Bearbeitung der Magdeburgischen Salinenakten von 1700 ab zu beginnen.

V. Hrn. Dr. Hintze, welcher durch Bearbeitung der Seidenindustrie sich schon mit der innern Verwaltung Friedrich d. G. vertraut gemacht hatte und dazu bereit war, ist durch Beschluss der akademischen Commission vom 15. Juni 1892 die Bearbeitung der Centralverwaltung unter Friedrich II. übertragen worden: maassgebend hierfür war die Überzeugung, 1. dass Hr. Dr. Krauske, dem die Centralverwaltung der Epoche von 1713 — 1740 zugewiesen ist, ja doch in absehbarer Zeit an Friedrich II. nicht kommen könne, dass deshalb eine Theilung der allzu grossen Aufgabe angezeigt sei und 2. dass man hierfür keine ausgezeichnetere Kraft finden werde, als Hrn. Dr. Hintze, der sich bei der Bearbeitung der ersten drei Bände der Acta Borussica so vorzüglich bewährt hat.

VI. Zur Unterstützung der Vorarbeiten von Dr. Schmoller, hauptsächlich in Betreff der Bearbeitung der brandenburgisch-preussischen Wollindustrie des 18. Jahrhunderts wurde vom 1. October 1892 an der Lieutenant a. D. Dr. Freiherr von Schrötter angestellt. Er bearbeitet theilweise die Akten des Wollgewerbes, theilweise ist er mit Auszügen für die sämmtlichen in Bearbeitung genommenen Materien beauftragt, um zu vermeiden, dass mit grossem Zeitverlust dieselben Aktenserien mehrmals hinter einander durchgesehen werden müssen.

Humboldt-Stiftung.

Bericht von Hrn. E. du Bois-Reymond.

Das Curatorium der Humboldt-Stiftung für Naturforschung und Reisen erstattet statutenmässig Bericht über die Wirksamkeit der Stiftung im verflossenen Jahre.

Die Veröffentlichung der Ergebnisse der im Jahre 1889 theils mit Stiftungsmitteln, theils mit Königlicher Unterstützung unter Hrn. Prof. Hensen's Leitung ausgeführten Plankton-Fahrt im atlantischen Ocean hat im Jahre 1892, wiederum mit Unterstützung von denselben Seiten her, begonnen. Hr. Hensen hat dem Curatorium darüber folgenden Bericht zugehen lassen.

»Für die Drucklegung der Ergebnisse der Plankton-Expedition war sowohl seitens der Humboldt-Stiftung wie seitens des Staats ein Zuschuss gewährt worden. Den Verlag des Werks hat die Firma Lipsius und Tischer (Kiel und Leipzig) übernommen. Für den Herausgeber war es natürlich von besonderem Werth jederzeit mit dem Verleger Rücksprache nehmen zu können, was durch diese Wahl erreicht worden ist. Der Vertrag lautet sehr günstig für das Unternehmen, so dass die Akademie in der Lage gewesen ist ihn zu genehmigen. Es sind bereits Abtheilungen des Werks erschienen, aus denen zu entnehmen sein dürfte, dass Form und Ausstattung den Anforderungen, die an solche Werke zu stellen sind, durchaus genügen.

Die 'Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung' sollen in fünf starken Quart-Bänden erscheinen und sechszehn Hauptabtheilungen, *A* bis *Q*, mit vierzig Unterabtheilungen enthalten. Die Abtheilungen werden einzeln und ohne bestimmte Reihenfolge ausgegeben werden. Aus dem jetzt erschienenen Theil *A* ist zu entnehmen, dass zum Juni die Zählarbeiten abgeschlossen sein werden; damit ist dann zugleich die Vertheilung des Materials beendet und der Abschluss vieler Arbeiten, der auf die Vollendung der Vertheilung warten musste, kann beginnen. Es sind achtundzwanzig Mitarbeiter an dem Werk betheiligt, die Mehrzahl in Deutschland; einige Mitarbeiter vertheilen sich auf Österreich, Belgien, Dänemark, Skandinavien, die Schweiz und Italien.

Den Theil *A* einleitend giebt der Herausgeber die Entstehungsgeschichte der Expedition, und in einem zweiten Capitel eine Übersicht über die allgemeinen Ergebnisse, soweit sie sich zur Zeit schon übersehen liessen. Die Auswerthung der Fänge bestätigt seine früheren Angaben über die relative Armuth der Massen in den tropischen Meeresregionen, bei einer grossen Zunahme der Mannichfaltigkeit der Formen in letzteren. Auffällig ist, dass gewisse Küstenthiere, besonders die Cephalophoren, freischwärmende Larven bis weit auf den Ocean hinauf aussenden, so dass solche überall und zuweilen in grösserer Zahl gefangen wurden. Aus dem Befund, dass sich nach Untersuchung einer ersten Serie der mit feinstem Zeug gemachten Planktonfänge, fast gar nichts Neues mehr in den ferneren Fängen finden lassen wollte, wird der Schluss gezogen, dass

die zur Zeit der Reise in dem atlantischen Ocean vorhanden gewesenen Planktonformen nahezu alle zur Beobachtung gekommen sein müssen.

Hr. Krümmel hat die Reisebeschreibung geliefert und in diese mehrere wissenschaftliche Untersuchungen eingefügt. Darunter möge die Feststellung der Verbreitung der Sargasso-Flächen, auf Grund von Reiseberichten der Deutschen Seewarte hervorgehoben werden.

Der Reisebeschreibung sind von Hrn. Dahl numerische Beobachtungen über das Vorkommen der Vögel auf dem atlantischen Ocean beigefügt. Derselbe Verfasser berichtet über die Landfaunen der verschiedenen von der Expedition besuchten Küsten, wobei namentlich die Arthropoden eingehender berücksichtigt werden. Der Fauna von Brasilien giebt das Überwuchern der Ameisen neben der durch Dahl erkannten Abwesenheit von Aphiden einen eigenthümlich armen Charakter bezüglich aller der Thiere, die durch die angegebenen Verhältnisse beeinflusst werden können. Vorberichte von den HH. Apstein, Lohmann und Borgert über einige Hochsee-Würmer, über Appendicularien und über die Phäodarien (eine Unterclasse der Radiolarien) geben bereits einen Einblick in das, was in dieser Richtung von der Expedition zu erwarten steht.

Ein Anhang von Hrn. Schütt schildert das Pflanzenleben der Hochsee und giebt eine Übersicht der Pflanzenmengen in den verschiedenen Regionen, eine Übersicht, die dadurch anschaulich gemacht wird, dass die gefundenen Zahlen als Würfel entsprechender Grösse auf zwei Tafeln eingezeichnet sind.

Hr. Brandt giebt Rechenschaft über die Anpassungserscheinungen der Hochseethiere und stellt in einer Karte die Beobachtungen über das Vorkommen der Thierschwärme dar.

Das ganze Werk ist von Illustrationen des Malers der Expedition, Hrn. R. Eschke, begleitet.

Eine andere Abtheilung bringt die Akalephen, bearbeitet von E. Vanhöffen, mit vier Tafeln und einer Karte. Die Arbeit musste schon jetzt abgeschlossen werden, weil der Verfasser in Grönland an der Expedition der Gesellschaft für Erdkunde theilnimmt. Die wenigen Ergänzungen, die für ihn etwa aus den noch nicht gezählten Fängen zu erwarten waren, konnten nicht abgewartet werden. In die Arbeit sind die bezüglichen Befunde der italiänischen Expedition unter Cierchia mit aufgenommen worden, so dass die Karte das Vorkommen der Akalephen auf allen Oceanen übersichtlich macht.

Andere Abtheilungen der Ergebnisse finden sich bereits im Druck, so dass für das laufende Jahr ein rascher Fortgang der Veröffentlichungen in Aussicht steht.«

Ausser der zur Veröffentlichung des Plankton-Werkes gewährten Unterstützung hat die Stiftung im verflossenen Jahre die Mittel zu zwei neuen wissenschaftlichen Reiseunternehmungen hergegeben. Der Privatdocent der Botanik hierselbst, Hr. Dr. Volkens, ist schon unterwegs, um die Flora des Kilimandscharo untersuchen zu gehen, wobei ihm Beihülfe und Schutz seitens der Kaiserlich Deutschen Colonialbehörden in Ostafrica zugesichert sind. Andererseits wird der Privatdocent der Zoologie in Marburg, Hr. Dr. Plate, sich nach Chile begeben, um die noch wenig bekannte Meeresfauna an dessen südlicher Küstenstrecke zu erforschen.

Mit dem Ende des Berichtsjahres lief die vierjährige Wahlperiode der drei wählbaren Mitglieder des Curatoriums ab: sie wurden durch Neuwahl seitens der Akademie in ihren Ämtern bestätigt. Von den beiden statutenmässigen Mitgliedern schied durch den Tod aus der Ober-Bürgermeister der Stadt Berlin, Dr. von Forkenbeck. Sein Nachfolger, Hr. Zelle, erklärte sich auf das Liebenswürdigste bereit, seine Stelle im Curatorium einzunehmen. Des neuen Ministers der Unterrichts-Angelegenheiten, Hrn. Dr. Bosse, Excellenz lassen sich gleich Hochderen HHH. Amtsvorgängern durch den Geheimen Ober-Regierungs- und Vortragenden Rath, Hrn. Dr. Althoff, vertreten.

Die für das laufende Jahr zu Stiftungszwecken verfügbare Summe beläuft sich ordnungsmässig abgerundet auf 9100 Mark. Das Capital der Stiftung hat im Jahre 1892 keinen Zuwachs erhalten.

Savigny-Stiftung.

Die Arbeiten für den Ergänzungsband der Acta nationis Germanicae universitatis Bononiensis hat Hr. Dr. Knod in Strassburg soweit gefördert, dass er zwar in der Hauptsache noch mit der Fortsetzung der Stoffsammlung beschäftigt ist, aber doch bereits die Ausarbeitung einzelner Artikel des Personenindex hat in Angriff nehmen können.

Das Unternehmen einer Ausgabe der Libri feudorum vermag bereits eine Publication aufzuweisen. Im verflossenen Jahre hat Hr. Prof. Dr. Karl Lehmann zu Rostock die älteste Compilation auf Grund von vier Handschriften unter dem Titel: Consuetudines feudorum. I: Compilatio antiqua' herausgegeben.

Bei dem Wörterbuche der klassischen Rechtswissenschaft, dessen Bearbeitung die HHH. Gradenwitz, Kübler und Schulze übernommen haben, hat sich die Nothwendigkeit der Umarbeitung einiger grösserer Artikel herausgestellt. In Folge dessen ist die Drucklegung verzögert worden. Der Beginn des Druckes kann indess jetzt für den nächsten 1. April in Aussicht gestellt werden.

Bopp-Stiftung.

Für den 16. Mai, als dem Jahrestag der Bopp-Stiftung, ist im Jahre 1892 von dem zur Disposition stehenden Jahresertrage von 1891, im Betrage von 1350 Mark, die erste Rate, 900 Mark, dem Dr. Paul Kretschmer, Privatdocenten an der hiesigen Universität, zur Fortsetzung seiner Studien auf dem Gebiete der vergleichenden Sprachforschung, und die zweite Rate, 450 Mark, dem Prof. Dr. S. Lefmann in Heidelberg, zur Vollendung seiner Biographie Bopp's, zuerkannt worden. Der jährliche Gesammtertrag der Stiftung beträgt z. Z. 1678 Mark.

Ausgabe der griechischen Kirchenväter.

Bericht des Hrn. Harnack.

Die Vorbereitungen für eine Ausgabe der älteren christlichen griechischen Litteratur, die von der Akademie in's Auge gefasst ist, sind soweit gefördert, dass mit dem Druck einer vollständigen Übersicht über die Überlieferung und den gegenwärtigen Bestand jener Litteratur begonnen worden ist.

Eduard Gerhard-Stiftung.

Bericht des Hrn. Mommsen.

Nachdem die Wittwe unseres langjährigen am 12. Mai 1867 verstorbenen Mitgliedes Eduard Gerhard am 7. Sept. 1892 demselben im Tode gefolgt ist und damit das von demselben hinterlassene nach Abzug der Legate auf 71288 Mark sich belaufende Vermögen in den Besitz der Akademie gelangt ist, wird dasselbe den Bestimmungen des Testaments gemäss zur Errichtung eines archaeologischen Reisestipendiums verwendet werden, dessen erstmalige Vertheilung für die Leibnizsitzung dieses Jahres in Aussicht genommen ist.

Die Berichte über die Monumenta Germaniae historica, das Kaiserliche Archaeologische Institut und über das Königliche historische Institut in Rom werden später mitgetheilt, sobald die bevorstehenden Jahressitzungen der leitenden Centraldirectionen stattgefunden haben werden.

Zum Schluss berichtete der Vorsitzende über die seit dem letzten Friedrich's-Tage im Personalbestande der Akademie eingetretenen Veränderungen.

Die Akademie verlor durch den Tod die ordentlichen Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe: die HH. Justus Roth, August Wilhelm von Hofmann, Werner von Siemens; die auswärtigen Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe Hrn. Hermann Kopp in Heidelberg, Sir Richard Owen in London; die correspondirenden Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe: die HH. Enrico Betti in Pisa, Hermann Burmeister in Buenos Aires, Nicolai von Kokscharow in St. Petersburg; die correspondirenden Mitglieder der philosophisch-historischen Classe: die HH. Graf Giambattista Carlo Giuliari in Verona, Rudolf von Jhering in Göttingen, Rizo Rangabé in Athen, Ernest Renan in Paris, Matthias de Vries in Leiden, Friedrich Wieseler in Göttingen.

Gewählt wurden im verflossenen Jahre: Zu ordentlichen Mitgliedern der physikalisch-mathematischen Classe: die HH. Hermann Carl Vogel, Wilhelm Dames und Hermann Amandus Schwarz. — Zum auswärtigen Mitgliede der physikalisch-mathematischen Classe, der bisherige Correspondent derselben Classe: Hr. Albert von Kölliker in Würzburg.

Ausgegeben am 2. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1893.
V.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

2. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Hr. Conze las über eine Athenastatue in Pergamon.
Die Mittheilung erfolgt in einem der nächsten Berichte.

Die Wahlen der ordentlichen Professoren der Mathematik in der philosophischen Facultät der Friedrich-Wilhelms-Universität hierselbst HH. Dr. Hermann Amandus Schwarz und Dr. Georg Frobenius zu ordentlichen Mitgliedern der Akademie in ihrer physikalisch-mathematischen Classe sind durch Allerhöchste Erlasse vom 19. Dec. v. Js. und 14. Januar d. Js. bestätigt worden.

Die Akademie hat in ihrer Sitzung am 2. Februar die HH. Dr. Habbó Gerardus Lolling in Athen und Antoine Héron de Villefosse, Mitglied der Académie des Inscriptions et Belles Lettres in Paris, zu correspondirenden Mitgliedern ihrer philosophisch-historischen Classe gewählt.

Die physikalisch-mathematische Classe hat zu wissenschaftlichen Unternehmungen bewilligt: 1000 Mark Hrn. Lehrer Dr. L. Wulff zu Schwerin i. M. behufs Fortsetzung seiner krystallographischen Untersuchungen; 600 Mark Hrn. Prof. Dr. O. Taschenberg zu Halle, behufs Fortsetzung der Herausgabe seiner Bibliotheca zoologica; 1000 Mark

Hrn. Dr. N. Herz zu Wien, behufs Weiterführung der Reduction der an der Kuffner'schen Sternwarte angestellten Beobachtungen; 3500 Mark Hrn. Prof. Dr. Selenka zu Erlangen behufs Ausführung einer Reise nach Borneo und Malakka zur Untersuchung der Entwickelung der Affen, besonders des Orang; 500 Mark Hrn. Prof. Dr. Keibel zu Freiburg i. B. behufs Fortsetzung seiner Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte des Schweins.

Ausgegeben am 16. Februar.

1893.

VI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

9. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Klein sprach: Über das Arbeiten mit dem in ein Polarisationsinstrument umgewandelten Polarisationsmikroskop und über eine dabei in Betracht kommende vereinfachte Methode zur Bestimmung des Charakters der Doppelbrechung.

2. Derselbe las ferner: Optische Untersuchungen von Pennin und Vesuvian und ihr Verhalten gegen Erwärmung und Druck.

Beide Mittheilungen werden später zum Abdruck in den Sitzungsberichten eingereicht werden.

Hr. Klein überreichte ferner die umstehend folgenden Mittheilungen über zwei mit Unterstützung der Akademie ausgeführte Untersuchungen:

3. von Hrn. Dr. F. Rinne hierselbst: Über norddeutsche Basalte; und

4. von Hrn. Dr. G. Linck in Strassburg: Über Hercynit aus dem Veltlin.

5. Hr. v. Helmholtz legte die gleichfalls hier folgende Untersuchung des Assistenten an der physikalisch-technischen Reichsanstalt Hrn. Dr. W. Wien vor: Eine neue Beziehung der Strahlung schwarzer Körper zum zweiten Hauptsatz der Wärmetheorie.

6. Der Vorsitzende legte eine von dem Director des Lick Observatory, Mt. Hamilton, Cal., Hrn. Prof. Holden, eingesandte Vergrösserung einer mit dem grossen Refractor der Sternwarte 1891 Aug. 19 aufgenommenen Jupiterphotographie vor.

Über norddeutsche Basalte.

Von Dr. F. Rinne
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Klein.)

Durch Unterstützung von Seiten der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften war der Verfasser in die Lage gesetzt die petrographische Untersuchung eines grössern Basaltgebietes vorzunehmen, das, obgleich inmitten Deutschlands gelegen, bislang wenig bekannt war. Es betraf diese Untersuchung die nördlichste Gruppe basaltischer Massen in Deutschland, und zwar wurde das Gebiet der Arbeit im Süden durch eine von Gudensberg nach Eschwege in Hessen gezogene Linie abgegrenzt.

Der nördlichste, bekannte Eruptionspunkt basaltischer Gesteine findet sich in Deutschland bei Sandebeck am Teutoburger Wald. Es ist diess Vorkommen ein sehr vereinzeltes. Die nördlichste, kleinere Gruppe von Basalten ist im Sollinger Walde gelegen. Nach Süden zu werden die Vorkommnisse zahlreicher. Auf der rechten Weserseite befinden sich, wie die des Sollinger Waldes, die Basaltberge in der Umgebung von Dransfeld bei Göttingen, auf der linken sind die Eruptionspunkte im Reinhardswald und in der Gegend von Warburg zu verzeichnen, von denen aus nach Süden zu zerstreute Vorkommnisse nach dem grossen Centrum basaltischer Ergüsse im Habichtswald bei Cassel hinübergeleiten. Um letztern herum sind an zahlreichen Stellen basaltische Magmen bis zum Niveau der jetzigen Erdoberfläche emporgedrungen. Zwischen Werra und Fulda erheben sich in dem in Betracht kommenden Gebiete die Vorkommnisse im Kaufunger Wald, sowie die Basaltmassen des Meissners und seiner Umgebung. Ausgeschieden aus der vorliegenden Betrachtung sind die Eruptionspunkte des Habichtswaldes selbst. Sie sollen eine spätere, gesonderte Darstellung finden.

In dem übrigen Theile des Gebietes hat der Verfasser auf vielen Wanderungen fast einhundert Basaltfundpunkte besucht, an ihnen reichliches Material gesammelt, das dann von ihm im mineralogisch-petrographischen Institut der Universität Berlin dank der gütigen

Erlaubniss des Herrn Geheimen Bergraths Prof. Dr. C. Klein unter Benutzung der Instrumente und Arbeitseinrichtungen des Instituts untersucht wurde.

Deutliche Kraterbildungen wurden im Arbeitsgebiete nicht wahrgenommen. Ihr Fehlen wird durch die beträchtliche Abtragung der oberen Schichten in den jüngsten geologischen Perioden erklärlich. Indess sind vorzügliche Beispiele von schlackigem Basalt mit der charakterischen Oberflächenbildung eines Lavastroms in der Lichten Heide bei Hombressen im Reinhardswald gefunden worden. Grössere deckenförmige Ergüsse fehlen nicht. Ein altbekanntes Beispiel ist der Meissner. Gangbildungen finden sich sowohl mit einem SO.— NW.-Streichen in der Richtung des ältern, mittelmiocänen Spaltensystems (Gang am Hüssenberg bei Eissen unfern Borgentreich, Westfalen) als auch in Richtung des jüngern, südnördlichen Spaltenzuges (z. B. Gang auf den Gr. Schreckenberg bei Zierenberg, Hessen). Ein bekannter, schön aufgeschlossener Lagergang im Wellenkalk befindet sich im Auschnippethal bei Dransfeld unfern Göttingen. Die allgemeine Verwitterung hat vielfach die ursprünglichen Verbandsverhältnisse zerstört. Basaltdecken sind zerschnitten, in ihrer Dicke vermindert, so dass einst centrale Theile der Ergüsse jetzt bloss liegen. Öfters sind groteske Felsbildungen durch die Verwitterung herausgearbeitet, die, wie auch zuweilen Steinbruchsarbeiten, z. B. an der Blauen Kuppe bei Eschwege, einen vortrefflichen Einblick in die Gesteinsverhältnisse gestatten, besonders bezüglich der Contacterscheinungen. Tuffe sind im allgemeinen nur noch spärlich vorhanden. Der Verband mit tertiären Sanden, auch Braunkohlen ist zuweilen zu studiren.

Säulenförmige Absonderung ist besonders bei den Limburgiten verbreitet; plattige Contractionsformen sind selten. Im Contact mit dem Nebengestein tritt öfters eine poröse Structur ein, wie es z. B. im Basaltsteinbruch bei Hilwartshausen a. d. Weser vortrefflich zu sehen ist.

Bei der petrographischen Betrachtung der Gesteine wurden zunächst die Massen studirt, welche als uralte Ausscheidungen des basaltischen Magmas aufzufassen sind. Solche »protogene Massen« lieferte besonders der Melilith-Nephelinbasalt des Hohenberges bei Bühne in Westfalen in reichlichster Weise. Hierher gehören grosse Krystalle rhombischen sowie monoklinen Augits, fernerhin Olivin- und Feldspathknollen. Diese Gebilde wurden vom Verfasser als Zeugen der frühsten Bildungsperiode des Basaltes angesehen. Sie erlitten in den jüngeren Zeiten der Gesteinsverfestigung als zum Theil bestandunfähige Massen öfters weitgehende Veränderungen. So wurden die einzeln liegenden, monoklinen Augite mit Glaseinschlüssen, auch Olivinkörnern erfüllt, während an ihrem Rande normale Basaltaugitsubstanz sich auf

ihnen in isomorpher Schichtung niederschlug. Die rhombischen Augite wurden mit einem Contactsaum, aus Olivinkörnern und einem glasigen oder kryptokrystallinen Rest bestehend, umgeben, auch von monoklinem Augit umwachsen. In den Olivinknollen erfuhr der Olivin ein Umkrystallisiren zu Körnerhaufen von Olivin. Bronzit und monokliner Augit erlitten dieselben Umänderungen wie die oben erwähnten, einzeln liegenden Krystalle. Öfter noch kam es zu einem Zerfall des monoklinen Augits zu einem Körnerhaufen, der aus röthlichem, monoklinen Augit, vielen Picotitoctaedern, auch Olivin besteht. Die Feldspathknollen sind nach ihrem Mineralbestand aus monoklinem und rhombischen Augit, Olivin, Spinell, die mit Plagioklas vorkommen, und ihren Umänderungserscheinungen mit den Olivinknollen verknüpft. Ein wesentliches Moment, das bei beiden Knollen für ihre Natur als protogene Bildungen des Basaltes spricht, ist ihr grosser Wechsel in der Erscheinung bezüglich der Korngrösse und Mengenverhältnisse der Mineralien, ganz entsprechend der mannigfaltigen Erscheinungsart sicher protogener Massen wie z. B. derer im Oberwiesenthaler Eruptivstock. Bei Einschlüssen eines bestimmten Gesteins würde man eine grössere Gleichmässigkeit der Erscheinung erwarten.

Die eigentlichen Basaltmassen gehören den Feldspathbasalten, Nephelinbasalten, Nephelin-Melilithbasalten, Leucitbasalten und Limburgiten an. Die Hälfte aller Vorkommnisse sind Feldspathbasalte, ein Viertel Limburgite, der Rest halb Nephelin-, halb Leucitgesteine. Unter den Feldspathbasalten sind die der Sababurg und von Gottsbüren im Reinhardswalde olivinfrei, desgleichen, wie bereits durch Laspeyres bekannt, oder doch olivinarm die des Sollinger Waldes. Am selben Vorkommen hat sich zuweilen stellenweis das basaltische Magma verschieden entwickelt. So kommen z. B. am Rosenberg bei Hofgeismar in Hessen Limburgit und Leucitbasalt, an der Blauen Kuppe bei Eschwege Feldspathbasalt und Limburgit vor. Der Nephelin- und Leucitgehalt wechseln beträchtlich bei den verschiedenen Nephelin- und Leucitbasalten.

Die gesteinsbildenden Mineralien erfuhren ein eingehendes Studium. Von besonderen Verhältnissen sei hier erwähnt, dass beim Plagioklas das Vorkommen dieses Minerals in Blasenräumen des Sababurger Basaltes, »Feldspathaugen«, die Ausbildung in ausserordentlich zierlichen Skeletten und seine Zwillingsbildungen nach dem Albit- (auch Roc-tourné-), Karlsbader-, Periklin- und Bavenoer-Gesetz in vortrefflichen Beispielen studirt werden konnten. Vom Olivin konnte nachgewiesen werden, dass viele der im Basalt sich einzeln findenden Krystalle früher Olivinknollen angehörten. Zuweilen wurden Zwillinge dieses Minerals nach $P\breve{\infty}$ (011) und $^1/_2P\breve{\infty}$ (012), auch Drillinge nach

beiden Gesetzen beobachtet. Eine genauere Betrachtung erführen eigenthümliche »Olivinaugen«, bei denen festgestellt wurde, dass sie jedenfalls zum Theil secundären Ursprungs und durch Umkrystallisiren von Olivinbruchstücken aus Olivinknollen oder durch Umänderung von Bronzit entstanden sind. Die mikroskopischen Structurverhältnisse des Olivins, seine speciellen optischen Eigenschaften, ein zuweilen sehr ausgesprochener, scheinbarer, durch Eisenglanz bedingter Pleochroismus sowie besondere Verwitterungsverhältnisse, wie eine Serpentinisirung nach krystallographischen Ebenen, wurden auf Grund zahlreicher Dünnschliffe klargelegt. Bezüglich des Augits interessirten besonders das ausgezeichnete Vorkommen grüner Kerne im gewöhnlichen Basaltaugit, die, selten am Meissnerbasalt, beobachtete stellenweise Umrandung des Augits durch grünen Aegirin, eine wohl als Druckwirkung anzusehende, beim schliesslichen Erkalten des Gesteins durch ungleichmässige Contraction der Gemengtheile entstandene, undulöse Auslöschung (Sollingbasalte), merkwürdige, büschelige und andersgestaltete Skelettbildungen, sowie das reichliche Vorkommen rhombischen Augits in den olivinfreien Basalten des Reinhardswaldes, der zwar in den ähnlichen Basalten des Sollinger Waldes ebenfalls aber weit spärlicher erscheint.

Manche Nephelinbasalte, auch der Leucitbasalt von Sandebeck am Teutoburger Walde, zum Theil auch der Limburgit der Blauen Kuppe bei Eschwege, sind sehr reich an Hauyn, dessen wechselndes Vorkommen an demselben Basaltfundpunkt besonders beim Nephelinbasalt von Hohenberg bei Bühne verfolgt werden konnte. Der braune Rand gewisser Hauyne ist allem Anscheine nach eine secundäre Erscheinung. Eine wechselnde Vertheilung an einem und demselben Vorkommen zeigt, wie der Hauyn, zuweilen der Melilith, auch Nephelin und Leucit. Die bekannte Quergliederung des Apatit wird auf die ungleichmässige Contraction der Gesteinsgemengtheile beim schliesslichen Erkalten des Gesteins zurückgeführt. Beim Magnetit konnte öfters ausser alten Ausscheidungen auch eine in die letzte Periode der Gesteinsverfestigung fallende Bildung nachgewiesen werden. Der Ilmenit, dessen optische Eigenschaften, wie Pleochroismus und starke negative Doppelbrechung, manche Limburgite und Feldspathbasalte zu erkennen Gelegenheit gaben, baut allem Anschein nach die krystallitischen Bildungen der glasigen Gesteine auf. Zuweilen scheint Augitsubstanz in ihnen vorzuliegen.

Bezüglich der Structur der Basalte konnte des öftern ein bedeutender Wechsel am selben Vorkommen nachgewiesen werden. Verschiedene bieten Differenzen in der Korngrösse dar, andere compacte und auch schlackige Gesteine, intersertal struirte und typisch porphy-

rische Basalte, sowie durch ungleiche Vertheilung der färbenden Gemengtheile schlierige Verschiedenheiten. Hypidiomorphkörnige Basalte sind nicht selten; auch intersertal struirte, von denen einige ophitisch sind, werden öfter gefunden. Die meisten sind porphyrisch. Es ist hier zu bemerken, dass auch solche Gesteine porphyrisch genannt sind, welche Einsprenglinge von Olivin, aber nicht zugleich solche von Augit oder Feldspath führen, bei denen also eine Recurrenz der Mineralbildung nicht in die Augen fällt, wenn Olivin in der Grundmasse fehlt. Der Gegensatz zwischen den grossen Olivinkrystallen und dem Untergrund der übrigen kleineren Bestandtheile deutet auch in solchen Fällen auf einen Verlauf der Gesteinsentwickelung in zwei Perioden hin, die wohl das Wesentliche für die porphyrische Structur ausmachen, für welche letztere eine etwaige Recurrenz der Mineralbildung ein sehr häufiger aber wohl nicht nothwendiger und alleiniger Ausdruck ist. Es ist dem Verfasser wahrscheinlich, dass öfters die Einsprenglinge der untersuchten Basalte nicht alleinige Producte einer intratellurischen Periode der Gesteinsverfestigung sind, sondern sich auch in der jüngeren Periode vergrösserten, zuweilen sogar erst in letzterer entstanden, wenn das Magma noch dünnflüssig genug war, um das Herbeiströmen des zu verfestigenden Materials aus grösseren Bezirken nach einem Centrum, also die Herausbildung grösserer Krystalle zu gestatten. Bei einem gewissen Punkte der Dickflüssigkeit bildeten sich naturgemäss eine grössere Anzahl von Krystallisationscentren mit kleinen Krystallisationsbezirken aus, dem zu Folge die Krystalle der Grundmasse entstanden.

Die natürlichen Gläser des Gebietes sind zum Theil sicher durch Einschlüsse bedingt worden. Eine sehr lehrreiche Reihe von Sandsteineinschlüssen konnte an der bekannten Blauen Kuppe bei Eschwege gesammelt werden. Sie zeigt den allmählichen Übergang von normalem Buntsandstein bis zum schwarzen, makroskopisch fast gleichmässigen Gesteinsglase. Besonders interessant sind Zwischenstadien, bei denen die Lagenstructur des Sandsteins noch gut zu erkennen ist, bei denen aber ein Erweichen der Schichten und ein Biegen derselben stattgefunden hat, so dass die Handstücke wie Obsidiane mit ausgeprägter Fluidalstructur anzuschauen sind. Der »Tachylyt« der Sababurg ist jedenfalls zum Theil gleichfalls durch Sandsteineinschlüsse in seiner Entstehung bedingt. Hr. Dr. E. Möller und der Verfasser fanden ihn anstehend, und zwar nicht etwa als oberflächliche, in Folge schneller Erkaltung glasig erstarrte Kruste des Basaltes, sondern mitten in der Gesteinsmasse des säulenförmig abgesonderten Basaltes. Verfasser konnte selbst die directe Verbindung des schwarzen Glases mit Sandstein feststellen, zwischen welch' letzterm und dem Basalt sich das Glas lagenförmig erstreckte. Wenn nun auch Einschlüsse die

Entstehung bedingten, so ist jedenfalls oft auch basaltisches Material in dem Gesteinsglase enthalten, das sich mit den Umschmelzungsproducten des Sandsteins mischte oder auch für sich durch schnelle Abkühlung glasig erstarrte. Der »Tachylyt« vom Sesebühl bei Dransfeld wurde nicht anstehend gefunden. Da indess auch dort Einschlüsse im Basalt vorkommen, ist seine reine Basaltglasnatur nach dem Obigen nicht ganz sicher.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Einschlüsse kamen die »Augitaugen« in vorzüglicher Schönheit und verschiedensten Stadien der Entwickelung aus Quarzeinschlüssen zur Beobachtung. Es ergab sich indess, dass manche Augitaugen in den Gesteinen nicht als Contactproducte, sondern als Concretionen des Grundmassenaugits anzusehen sind. Solche Anhäufungen kommen bis zur Grösse von 10 cm vor. Andere Quarzeinschlüsse zeigen die Herausbildung rothen Spinells. Zuweilen ist mit dem eingeschlossenen Quarz Sillimanit, öfters Orthoklas verbunden. Letzterer hat im Contact mit dem Basalt zu Feldspathneubildungen, auch Krystallisationen von monoklinem Augit Veranlassung gegeben, welch' letzterer zuweilen durch eine theilweise Umrandung von Ägirin ein besonderes Interesse hat. Die wechselnden Erscheinungen bei der Umschmelzung der Sandsteineinschlüsse, mit ihren dunklen und hellen Gläsern, Quarzresten, Augit-, Cordierit- und trichitischen Bildungen wurden an einer Reihe von Dünnschliffen studirt und die Besonderheiten, wie manche andere oben erwähnte, durch Abbildungen, auch auf photographischem Wege, zur Darstellung gebracht. Bemerkt seien an dieser Stelle als seltenere Erscheinungen noch die Entstehung rhombischen Augits und das Vorhandensein eines perlitisch abgesonderten, gespannten Glases als Umänderungsproducte einzelner umgeschmolzener Sandsteine.

Die in den basaltischen Gesteinen in Drusenräumen sich vorfindenden Mineralien sind zum Theil bereits früher vom Verfasser beschrieben worden (Über Gismondin vom Hohenberg bei Bühne in Westfalen, Sitzungsberichte der K. Preuss. Akademie der Wissenschaften 1889. S. 1027). Weitere Untersuchungen an denselben sind im Anschluss an künftige Bearbeitungen von Gesteinen und Mineralien des in Rede stehenden und anstossender Gebiete geplant worden.

Über Hercynit aus dem Veltlin.

Von G. Linck
in Strassburg i. E.

(Vorgelegt von Hrn. Klein.)

Zippe[1] entdeckte im Jahre 1839 zwischen Hoslau und Natschetin bei Ronsperg im Böhmerwalde auf secundärer Lagerstätte, im Schotter ein nach seiner Ansicht neues Mineral und nannte es mit Bezug auf den Fundort *(sylva hercynia)* Hercynit. Es sind lose Blöcke, in welchen der vorherrschende Hercynit, ein aus kleinen schwarzen Körnern mit Andeutung des Oktaëders bestehendes Mineral, mit Hornblende (»hemiprismatischem Augitspath«), Feldspath und etwas Korund vergesellschaftet ist. Die von Zippe festgestellten Eigenschaften des Hercynits sind folgende: H. 7.5—8; spec. Gew. 3.91—3.95; chemische Zusammensetzung $Fe_2O_3 + Al_2O_3$.

Auf Veranlassung Zippe's wurde im Jahre 1845 von B. Quadrat[2] eine quantitative Analyse des neuen Minerals ausgeführt und diese ergab:

	Procente	Molekularprop.
Al_2O_3	61.32[3]	6012
FeO	35.52	4933
MgO	2.92	730
Summe	99.76	

Aus dieser Analyse folgert Quadrat, dass der Hercynit ein Spinell sei, dem die Formel (Fe, Mg) Al_2O_4 zukomme. Der Überschuss von 3.56 Procent Thonerde scheint mir jedoch bemerkenswerth.

Im Jahre 1855 besuchte F. Hochstetter[4] den Fundort und entdeckte die primäre Lagerstätte des Spinells zwischen Schichten von Amphibolit und Amphibolschiefern an der oberen Grenze der Gneissformation

[1] Zippe. Über den Hercynit, eine bisher unbekannt gebliebene Species des Mineralreiches. Verh. d. Gesellsch. d. vaterl. Museums in Böhmen. Prag. April 1839. 19 ff.

[2] B. Quadrat. Über die Zusammensetzung des Hercynits. Annal. d. Chem. u. Pharm. LV. 1845. 357.

[3] SiO_2 ist nicht bestimmt.

[4] F. Hochstetter. Geognostische Studien aus dem Böhmerwalde. Jahrb. d. K. K. Reichsanstalt. 1855. 785.

Späterhin machte Fischer[1] darauf aufmerksam, dass der analysirte Hercynit kein einheitliches Material dargestellt habe. Vielmehr war das Material nach der Untersuchung von Dünnschliffen aus vier verschiedenen Substanzen zusammengesetzt. Der vorherrschende Gemengtheil stellt »smaragdgrüne Blätter (Ceylanit), welche bei gekreuzten Nicols dunkler, aber nicht schwarz werden«, dar, daneben kommen durchscheinende röthliche Partien von Haematit, eine farblose doppelbrechende Substanz (Quarz)[2] und reichlicher oft wie dendritisch vertheilter Magnetit vor.

Zuletzt hat Kalkowsky[3] einen grünen Spinell, der in weiter Verbreitung in den sächsischen Granuliten in Form von Flasern vorkommt, unter dem Namen Hercynit beschrieben. Ich entnehme der Arbeit, dass als begleitende Mineralien Granat oder Andalusit, stets ein Plagioklas, nie aber Orthoklas oder Disthen vorkommen.

Anlässlich einer Untersuchung der Gabbrogesteine des obern Veltlin, welche ich mit Unterstützung der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften unternommen habe, wurde mir eine neue Lagerstätte des Hercynits bekannt. Der Beschreibung dieses neuen Vorkommens sollen die folgenden Zeilen gewidmet sein. Ich will mich bezüglich der petrographischen Verhältnisse möglichst kurz fassen, da dieselben in einer demnächst erscheinenden grösseren Studie ausführlich behandelt werden sollen.

Im Veltlin tritt unweit oberhalb Le-Prese ein grau gefärbtes Gestein von kleinkörniger Beschaffenheit auf. Es besteht aus Feldspath und reichlicher, grünlich grauer, actinolithartiger Hornblende. Local finden sich dann grobkörnige Partien, welche aus denselben Mineralien bestehen, den Feldspath als zwillingsgestreiften Plagioklas und innerhalb der Hornblende öfters einen Kern von Diallag erkennen lassen. Völlig diesen Beobachtungen entsprechend ist das mikroskopische Bild, welches zur Überzeugung führt, dass die Hornblende secundär ist und dementsprechend das Gestein einem umgewandelten Gabbro entspricht.

Dieser Gabbro umschliesst grössere zusammenhängende Massen von schwarzer Farbe und kleinkörniger, ziemlich lockerer Structur. Die kleinen schwarzen Körnchen zeigen sich nicht selten durch die Flächen des Oktaëders begrenzt. Sie wurden als Spinell erkannt. An den Handstücken beobachtet man häufig glänzende Spaltungsflächen,

[1] Fischer. Kritisch mikroskopisch-mineralogische Studien 1869. 18 und II. Fortsetzung. 1873. 88.

[2] Dürfte wohl Korund gewesen sein.

[3] E. Kalkowsky. Über Hercynit im sächsischen Granulit. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. XXXIII. 1881 533 ff.

welche sich über mehrere Quadratcentimeter hin erstrecken und, wie an Spinell ärmere Theile erkennen lassen, einem triklinen, zwillingslamellirten Feldspath angehören. Auf den Kluftflächen sieht man vielfach Blättchen eines bronzefarbenen Biotits. Kleine, gelblich weiss gefärbte Nester von verworren faserigem Sillimanit sind innerhalb dieser dunkel gefärbten Massen nicht selten. Hin und wieder kann man wohl einige Erzkörnchen von gelblich grauer Farbe oder kleine Flecken von schwach bläulichem Korund erkennen.

Im Dünnschliff erhält man von verschiedenen Stellen des Handstückes verschiedene Bilder. Bald sind es nur grüne je nach der Dicke des Schliffes heller oder dunkeler gefärbte Körner von Spinell, welche durch dünne Bänder von Erz von einander getrennt werden; bald ist eine Grundmasse vorhanden, welche aus grossen unregelmässig begrenzten Plagioklasen besteht, und darin schwimmen die Spinellkrystalle in grosser Menge. Daneben ist Erz und Biotit vorhanden; bald erscheint neben diesen Mineralien noch Korund; und bald endlich besteht der Dünnschliff fast nur aus Sillimanit mit wenigen vereinzelten Spinellen und etwas Rutil.

Der Feldspath zeigt breite polysynthetische Zwillingslamellen nicht selten nach zwei auf einander senkrechten Richtungen. Die Untersuchung an Spaltungsstücken ergab in Schnitten nach P mit Zwillingsstreifung eine gegen die Zwillingsgrenze $-14°$ bis $-16°$ betragende Auslöschungsschiefe, während Blättchen nach M ohne Zwillingsstreifung gegen die Spaltungsstracen nach P unter einem Winkel von $-28°$ bis $-30°$ auslöschen. Sämmtliche Spaltblättchen ohne Zwillingsstreifung zeigen den seitlichen Austritt einer optischen Axe. Diese Eigenschaften entsprechen nach der von Schuster aufgestellten Tabelle etwa einem Feldspath von der Zusammensetzung Ab_2An_5.

Der Korund tritt entweder in rundlichen Körnern oder in langsäulenförmigen Krystallen auf, welche sich öfters allmählich verjüngen. Meist ist er vollkommen farblos, seltener fleckig blau gefärbt und in letzterm Falle kräftig pleochroitisch (blau-farblos). Die Absonderung nach R tritt durch grobe Risse überall deutlich hervor, wie denn auch das mit Thoulet'scher Lösung und dem Elektromagneten getrennte Pulver eine geringe Quantität von Korund ergab, welcher fast ausschliesslich würfelähnliche Spaltungsstücke bildete, bei denen auf jeder Fläche der sehr stark seitliche Austritt der optischen Axe stets zu beobachten ist.

Der braune stark pleochroitische Biotit, der farblose dünnsäulenförmige Sillimanit und der dunkelrothbraune in Nadeln oder unregelmässig säulenförmigen Krystallen auftretende Rutil verdienen keine weitere Beschreibung.

Der grüne durchsichtige Spinell ist um so reiner und einschlussfreier und zeigt um so vollkommenere Krystallausbildung nach dem Oktaëder, je mehr ungefärbte Mineralien vorhanden sind. An Einschlüssen sind selten Biotit oder farblose Substanzen vorhanden, meist ist es Erz in gerundeten Blättchen und Leisten, welche sich, abgesehen von der im auffallenden Lichte in's bronzefarbene gehenden Färbung ganz wie Titaneisen verhalten. Diese Blättchen werden zum Theil so dünn, dass sie mit violett-brauner Farbe durchsichtig werden, in der Farbe etwa entsprechend den bekannten Täfelchen im Hypersthen. Sie stellen sich entweder als dünne Blättchen von unregelmässig hexagonalem oder rhombischem Umrisse oder als dünne opake Striche dar, denen offenbar eine gesetzmässige Lage zukommt, weil die dünnen Striche der durch grobe, aber gerade Risse angedeuteten Würfelspaltbarkeit des Spinell parallel gehen. Sie sind also wahrscheinlich nach dem Würfel eingelagert. Ausserdem kommen im Spinell noch Hohlräume von der Gestalt des Wirthes vor.

Auf das Erz und seine chemische Beschaffenheit werde ich nachher gelegentlich der chemischen Untersuchung des Spinells zu sprechen kommen.

Zur Analyse und zur Bestimmung des specifischen Gewichts wurde ein Handstück gepulvert, wobei sich Geruch nach Schwefelwasserstoff entwickelte. Auch mittels Bleipapier war H_2S sehr deutlich nachweisbar, wenn man eine kleine Quantität des Pulvers mit Wasser kochte und das Reagenzgläschen mit feuchtem Bleipapier bedeckte. Das vom Staube befreite Pulver wurde mit concentrirter Thoulet'scher Lösung behandelt, wobei Spinell, Erz und Korund gleichzeitig ausfielen. Von diesen wurde wieder mittels des Elektromagneten[1] Erz und Spinell ausgezogen, und ein Gemenge dieser beiden diente zur Analyse. Das feine Pulver hat eine grünlich graue Farbe und entwickelt mit Säuren übergossen reichlich Schwefelwasserstoff. Eine Portion wurde mit saurem schwefelsaurem Kali aufgeschlossen und ergab:

	Procente
SiO_2	1·59
Al_2O_3	59·62
FeO	30·34
MgO	9·38

Eine weitere Portion wurde zur Bestimmung des Schwefels in einer aus gleichen Gewichtstheilen Natriumcarbonat und Magnesium-

[1] Das metallische Eisen aus dem Mörser war schon mittels des magnetischen Messers entfernt.

oxyd bestehenden Mischung[1] unter zeitweiligem Zusatz von chlorsaurem Kalium aufgeschlossen. Es ergaben sich 1.02 Procent S.

Wegen der Einschlüsse von Schwefeleisen ist zur Bestimmung des Eisenoxyduls das Aufschliessen mit Schwefelsäure im Glasrohr, in Folge der dadurch bedingten Entwickelung von schwefliger Säure, nicht möglich. Es musste daher das Aufschliessen mit Flusssäure und Schwefelsäure im Kohlensäurestrom bewerkstelligt werden und auch diess gelang erst bei Anwendung höherer Temperatur und nach mehrfachem Umrühren mit dem Platinspatel. Es mag deshalb das Oxydul etwas zu niedrig bestimmt sein. Ich fand 27.60 Procent.

Aus diesen Beobachtungen erhält man als Gesammtanalyse für das Gemenge von Spinell und Erz:

SiO_2	1.59
Al_2O_3	59.62
Fe_2O_3	3.10
MgO	9.38
FeO	25.30
Fe	1.79
S	1.02
Summe	101.80

Daraus ergibt sich die Menge des Spinells zu 97.40 Procent und des Schwefeleisens zu 2.81 Procent, wenn man die Kieselsäure als aus dem Achatmörser aufgenommen nicht in Rechnung zieht.

Für den Spinell erhält man die Zusammensetzung unter I. welche auf 100 berechnet die unter II angeführten Resultate liefert, welchen die entsprechenden Molekularproportionen beigesetzt sind:

	I	II		
Al_2O_3	59.62	61.21	6001	6200
Fe_2O_3	3.10	3.18	199	
FeO	25.30	25.98	3608	6016
MgO	9.38	9.63	2408	
Summe	97.40	100.00		

Auch aus diesen Berechnungen ergibt sich, dass das Eisenoxydul etwas zu niedrig bestimmt ist und zwar um 0.6624 Procent. Ferner ersehen wir aber daraus, dass diesem Spinell die Formel $(Fe, Mg)Al_2O_4$ zukommt, wobei FeO und MgO annähernd in dem Molekular-Ver-

[1] Die Mischung wird nicht flüssig und der Spinell kann daher nicht untersinken und zusammenbacken. Eine Controlanalyse auf den Schwefelgehalt des Gemenges wurde ausgeführt.

hältniss 3 : 2 stehen. Das Erz ist Einfach-Schwefeleisen oder Magnetkies und zwar dürften nach einer Schätzung fast alle opaken Bestandtheile diesem Minerale angehören.[1]

Die Analyse von B. Quadrat,[2] welche oben angeführt wurde, ergibt schon ohne Berücksichtigung eines Erzgehaltes, der doch nach Fischer vorhanden ist, einen Überschuss von 3.56 Procent Al_2O_3, welcher jedenfalls dem Korund zuzurechnen ist. Berücksichtigt man noch einen Erzgehalt (Magneteisen oder Magnetkies), so muss auch bei dem Ronsperger Hercynit ein grösserer Magnesium-Gehalt vorhanden sein.

Zur Bestimmung des specifischen Gewichts mit Hülfe des Pyknometers wurden etwa 6^gr des feinkörnigeren Theiles der durch Trennung mit Thoulet'scher Lösung und dem Elektromagneten erhaltenen Menge so lange wiederholt mit verdünnter Salzsäure erwärmt, bis kein Eisen mehr in Lösung gieng, und dann die grünen meist durchsichtigen Körnchen verwendet. Das specifische Gewicht wurde bei 6° C. gefunden zu 4.0108.

Aus der Zusammenstellung von Analysen bei Rammelsberg[3] und aus den vorliegenden Untersuchungen ergiebt sich, dass der Hercynit durch allmähliche Übergänge mit den Ceylaniten verknüpft ist, und es muss in der That fraglich erscheinen, ob er als besondere Mineralspecies unter diesem Namen beizubehalten ist, zumal nach Breithaupt[4] ein gleich zusammengesetzter Spinell von Fr. Müller[5] unter dem Namen Chrysomelan bereits vor Zippe's[6] Entdeckung des Hercynits eingeführt war. Jedenfalls ist es durchaus unmöglich den Hercynit nach äusseren Kennzeichen ohne chemische Analyse von anderen grünen Spinellen zu unterscheiden. Schon verhältnissmässig geringe Mengen von Eisenoxydul verleihen diesen Mineralien eine intensiv grüne Färbung und es ist somit unstatthaft grüne Spinelle als Hercynit zu bezeichnen; vielmehr sind diese als Ceylanit oder Pleonast oder

[1] Es dürfte vielleicht eine geringe Menge Magneteisen vorhanden sein.

[2] A. a. O.

[3] Rammelsberg. Mineralchemie. II. Aufl. 135 u. 136.

[4] Breithaupt. Brief. Neues Jahrb. f. Min., Geolog. u. Palaeontol. 1840. 90. Danach specifisches Gewicht des Hercynits 3.928 und chemische Zusammensetzung des Chrysomelans = Eisenoxydoxydulaluminat.

[5] Fr. Müller. Handbuch der Mineralogie 1832. In dem schwer zugänglichen Buche, welches mir mit grösster Bereitwilligkeit von der Direction des K. K. Hofmuseums in Wien geliehen wurde, ist ein Fragment eines grössern Krystalls von Spinell von der Iser beschrieben. Farbe sammetschwarz, Strich bräunlich-aschgrau, Härte 7.5—8, spec. Gew. 4.1. Krystallhabitus tetragonpyramidal. Chemische Zusammensetzung nach Erdmann und Reichel SiO_2 [wie früher in allen Spinellen], FeO, Al_2O_3, MgO, MnO und Spuren von TiO_2 und Cr_2O_3.

[6] A. a. O.

mit irgend einem anderen Sammelnamen zu belegen, bis die chemische Zusammensetzung ermittelt ist.

Gegen »Hercynit« als petrographischen Begriff liesse sich, soweit er alle grünen Spinelle der krystallinischen Schiefer und vielleicht der Eruptivgesteine umfassen würde, nichts einwenden.[1]

[1] In diesem Sinne ist auch die Bezeichnung Hercynit bei Kalkowsky a. a. O. gerechtfertigt.

Eine neue Beziehung der Strahlung schwarzer Körper zum zweiten Hauptsatz der Wärmetheorie.

Von Dr. Willy Wien
in Charlottenburg.

(Vorgelegt von Hrn. von Helmholtz.)

Boltzmann[1] hat auf der Grundlage eines von Bartoli ersonnenen Processes nachgewiesen, dass aus dem zweiten Hauptsatz der Wärmetheorie das Vorhandensein eines Druckes gefolgert werden kann, welcher von der Strahlung auf eine bestrahlte Oberfläche ausgeübt wird. Ein solcher Druck ist andererseits eine Folge der elektromagnetischen Theorie des Lichtes, und Boltzmann konnte aus dieser Beziehung das Stefan'sche Strahlungsgesetz für schwarze Körper ableiten.

Diese Schlüsse sind noch einer Vervollständigung fähig, wenn man sich nicht auf die Betrachtung der Gesammtstrahlung beschränkt, sondern die Strahlung nach ihren Wellenlängen zerlegt denkt.

Die gedachten Vorgänge, welche die Grundlage unserer Betrachtung bilden sollen, haben in derselben Weise, wie bei Boltzmann und früher bei Kirchhoff und Clausius, der Wirklichkeit so weit zu entsprechen, dass ihre thatsächliche Ausführung mit einem unbegrenzt erscheinenden Grade der Annäherung möglich sein muss.

Als Voraussetzungen werden wir nöthig haben zunächst die Gültigkeit der elektromagnetischen Lichttheorie, nach welcher der von einem Lichtstrahle in seiner Richtung ausgeübte Druck gleich der Energie des Strahles ist, dann die Möglichkeit der Existenz vollkommen schwarzer und vollkommen spiegelnder Körper, welche auch so zusammengesetzt sein können, dass sie die auffallenden Lichtstrahlen vollständig zerstreut zurückwerfen, wie wir es bei der totalen Reflexion weisser Körper annähernd erfüllt finden. Ausserdem betrachten wir noch den zweiten Hauptsatz der Wärmetheorie als gültig, dass auch durch Strahlung, welche von dem Wärmevorrath fester Körper herrührt, keine Arbeit aus Wärme ohne sonstige Arbeitsleistungen, Temperaturverluste oder Zustandsänderungen gewonnen werden kann.

[1] Wied. Ann. Bd. 32 S. 31 und 291. 1884.

Schliesslich setzen wir die Anwendbarkeit des Doppler'schen Princips auf Lichtstrahlen voraus.

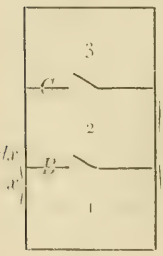
Die von einem schwarzen Körper herrührende in einem geschlossenen Raume mit spiegelnden Wänden befindliche Strahlung wird alle möglichen Richtungen haben. Man erhält dann nach Boltzmann den diesen Verhältnissen am besten entsprechenden Mittelwerth durch die Annahme, dass in einem Würfel parallel jeder Seitenwand gleichviel, also ein Drittel der Gesammtstrahlung, verläuft. Eine Volumverkleinerung vermehrt die Dichtigkeit der Energie (die Energiemenge in der Volumeinheit) durch Zurückführung des Energievorraths auf einen kleinern Raum und durch Arbeitsleistung gegen den Druck der Strahlen. Beim Zurückgehen gewinnt man die geleistete Arbeit vollständig wieder, wenn die Geschwindigkeit, mit der die Volumänderungen ausgeführt wurden, unendlich klein gegen die Lichtgeschwindigkeit bleibt, so dass die Änderung der Dichtigkeit immer über den ganzen Raum ausgeglichen ist.

Es lässt sich dann ein Vorgang denken, in welchem eine Vermehrung der Dichtigkeit der Energie einerseits durch Temperaturerhöhung, andererseits durch Volumverkleinerung erzielt werden kann. Der zweite Hauptsatz zeigt nun, dass bei gleicher Dichtigkeit der Gesammtenergie diese auch für jede einzelne Wellenlänge gleich sein muss. Die Wellenlängen der durch Volumverkleinerung verdichteten Strahlung sind nur dem Doppler'schen Princip entsprechend verändert. Diese Änderung lässt sich berechnen. Es ist also auch die durch Temperaturerhöhung bedingte Änderung bekannt.

§. 1.

Beschreibung der Vorgänge.

Wir denken uns einen Cylinder, in dem zwei Stempel B und C verschiebbar sind. Die Fläche des Querschnitts sei der Einheit gleich.



Die Stempel sollen mit Klappen versehen sein, welche lichtdicht verschlossen werden können. Die Zwischenräume 1, 2, 3 seien vollkommen leer. A und D sind schwarze Körper von verschiedener absoluter Temperatur ϑ_1 und $\vartheta_2 > \vartheta_1$. Sie sind von solchen Dimensionen, dass ihr Wärmevorrath unendlich gross gegen die in Form von Strahlung in die Zwischenräume 1, 2, 3 abgegebene Energie ist. Die Innenwände des Cylinders, die Stempel und Klappen sollen die Eigenschaft haben, die gesammte auffallende Strahlung vollständig zer-

streut zurückzuwerfen, so dass unter diesen keine Vorzugsrichtung mehr vorhanden ist. Wenn man zugibt, dass vollkommene Spiegel denkbar sind, wird sich gegen die Möglichkeit nichts einwenden lassen, dass auch solche Körper, die man als vollkommen weiss zu bezeichnen hätte, mit beliebig weit getriebener Annäherung herstellbar sind. Wenn die beiden Klappen C und B geschlossen sind, so befindet sich die strahlende Energie des Raumes 2 in einem geschlossenen Raum mit isolirenden Wänden, sie bleibt also unverändert.

Es sei nun am Anfange unseres Processes die Klappe B geöffnet, C geschlossen. Es strahlt dann A in die Räume 1 und 2, D in den Raum 3. Die Dichtigkeit der Energie in 3 ist grösser als in 2, weil die Temperatur von D höher ist als die von A. Es werde jetzt B verschlossen. Nun bewegen wir den Stempel B gegen C hin und zwar mit einer Geschwindigkeit v, die unendlich klein gegen die Lichtgeschwindigkeit c ist. Die Energie in 2 wird dann sowohl durch Volumverkleinerung als auch durch Arbeitsleistung gegen den Druck eine grössere Dichtigkeit erhalten. Wir bewegen B so weit, bis die Dichtigkeit in den beiden Räumen 2 und 3 gleich gross geworden ist. Man kann dann aus dem zweiten Hauptsatz schliessen, dass die Energievertheilung im Spectrum der Strahlen in beiden Räumen ebenfalls die gleiche ist.

Denn wenn diess nicht der Fall wäre, so müsste es Strahlen einer bestimmten Wellenlänge geben, welche in 3 eine grössere Energie besitzen als in 2. Wir können dann vor die Klappe von C eine dünne durchsichtige Lamelle legen, welche die Strahlen der betrachteten Wellenlänge vorzugsweise hindurchlässt, die anderen vorzugsweise reflectirt, und dann die Klappe öffnen. Es muss dann mehr Energie von 3 nach 2 gehen als umgekehrt und die Dichtigkeit der Energie wird in 2 grösser werden als in 3. Jetzt schliessen wir C, entfernen die Lamelle und lassen den Stempel C von dem in 2 herrschenden Überdrucke bewegt werden und Arbeit leisten bis die Dichtigkeit der Energie in beiden Räumen wieder die gleiche ist. Die hierbei gewonnene Arbeit sei Q. Dann wird C wieder geöffnet und in seine Anfangslage zurückgeführt. Diess kann ohne Arbeitsleistung geschehen, weil auf beiden Seiten jetzt der gleiche Druck herrscht. Ferner gehen wir bei geschlossenem C mit B auf die ursprüngliche Stelle zurück und gewinnen die beim Hingehen geleistete Arbeit wieder. Wenn endlich B wieder geöffnet wird, ist der Anfangszustand vollständig erreicht und dabei der Arbeitsbetrag Q aus Wärme gewonnen, ohne dass sonst irgend eine Zustandsänderung erfolgt wäre, die als Compensation dienen könnte. Da diess den zweiten Hauptsatz verletzt, so musste die spectrale Energievertheilung in Raum 2 und 3 die-

selbe sein, als die Dichtigkeit in beiden die gleiche war. Kennen wir demnach die Energievertheilung in der von A herrührenden Strahlung und die Veränderung, die sie in Folge der Bewegung des Stempels B erlitten hat, so kennen wir auch die Vertheilung in der Strahlung des wärmern Körpers D.

§. 2.

Berechnung der Veränderung der Energievertheilung nach dem Dopplerschen Princip.

Es sei wieder v die Geschwindigkeit des Stempels, c die Lichtgeschwindigkeit. In Folge der Bewegung des Stempels B gegen die Strahlung werden die Wellenlängen nach dem Dopplerschen Princip verkürzt. Es wird die Schwingungsdauer T eines einmal senkrecht auffallenden Strahles, der zurückgeworfen wird, der Gleichung

$$T' = \frac{c - 2v}{c} T$$

entsprechend verändert. Da nun $T = \frac{\lambda}{c}$, $T' = \frac{\lambda'}{c}$ ist, wenn λ, λ' die Wellenlängen bezeichnen, so wird

$$\lambda' = \frac{c - 2v}{c} \lambda .$$

Bei den schräg auffallenden Strahlen kommt nur die normale Componente in Betracht. Bei gleichmässig vertheilter Richtung der Strahlung kann wieder in einem Würfel über dem Stempel B die Gesammtheit der normal verlaufenden Componenten gleich dem dritten Theile der Gesammtenergie gesetzt werden. Die von dem bewegten Stempel ausgehende Strahlung wird von den ruhenden Wänden zerstreut zurückgeworfen und auf diese Weise die gestörte Gleichmässigkeit der Vertheilung sofort wieder hergestellt.

Sei $\phi(\lambda)$ die ursprünglich in 2 vorhandene Dichtigkeit der Energie als Function der Wellenlänge, so dass $\phi d\lambda$ die Energie ist, deren Wellenlänge zwischen λ und $\lambda + d\lambda$ liegt. Nach einmaliger Zurückwerfung vom bewegten Stempel werden die Wellenlängen der normal verlaufenden Strahlen um einen Betrag h verkürzt sein. Die neue Energievertheilung sei $f_1(\lambda)$. Denken wir uns die $\phi(\lambda)$ als Ordinaten, die λ als Abscissen aufgetragen, so werden wir die Punkte der neuen Curve $f(\lambda)$ erhalten, wenn wir für jedes λ zwei Drittel der zugehörigen Ordinate $\phi(\lambda)$ stehen lassen, entsprechend den unverändert gebliebenen

zwei Dritteln der Energie. Das letzte Drittel hat man zu ersetzen durch ein Drittel der Ordinate ϕ, welche zu $\lambda + h$ gehört, weil ein Drittel der Energie seine Wellenlängen um h verkürzt hat. Es ist also

$$f_1(\lambda) = \frac{2}{3}\phi(\lambda) + \frac{1}{3}\phi(\lambda + h).$$

Nun ist bei kleinem h

$$\phi(\lambda + h) = \phi(\lambda) + h\phi'(\lambda),$$

also

$$f_1(\lambda) = \phi\left(\lambda + \frac{h}{3}\right)$$

nach einmaliger Zurückwerfung am Stempel B: nach $n$maliger wird hiernach

$$f_n(\lambda) = \phi\left(\lambda + \frac{nh}{3}\right) = f(\lambda).$$

wenn auch nh klein gegen λ ist.

Hieraus folgt dann wieder

$$f(\lambda) = \phi(\lambda) + \frac{nh}{3}\phi'(\lambda)$$

$$= \frac{2}{3}\phi(\lambda) + \frac{1}{3}\phi(\lambda + nh).$$

Die Änderung in der Energievertheilung ist so, als ob die normal verlaufenden Strahlen, welche den dritten Theil der Gesammtenergie ausmachen, um den Betrag nh ihre Wellenlängen verkürzt hätten.

Wir haben also n aufzufassen als die Zahl, welche angibt, wie oft die in dem Würfel normal zum Stempel verlaufenden Strahlen bei ihrem Hin- und Hergehen im Raum 2 von dem bewegten Stempel zurückgeworfen werden, während dieser eine bestimmte Wegstrecke durchläuft.

Ist $a - x$ die Entfernung B von C, so ist, während B um dx sich verschiebt,

$$n = \frac{dx}{2(a-x)} \cdot \frac{c}{v},$$

vorausgesetzt, dass n gross gegen die Einheit ist. Es muss also $\frac{c}{v}$ gross gegen $\frac{2(a-x)}{dx}$ sein; dabei soll aber doch dx klein gegen $2(a-x)$ sein.

Es war nun nach einmaliger Zurückwerfung

$$\lambda' = \frac{c - 2v}{c}\lambda,$$

Nach n maliger wird

$$\lambda_n = \left(\frac{c-2v}{c}\right)^n \lambda$$

$$= \left(\frac{c-2v}{c}\right)^{\frac{dx}{2(a-x)}\cdot\frac{c}{v}} \lambda$$

Diess lässt sich schreiben

$$\lambda_n = \left[\left(1-\frac{2v}{c}\right)^{\frac{c}{2v}}\right]^{\frac{dx}{2(a-x)}\cdot\frac{1}{v}} \lambda$$

Hieraus wird für $\lim c = \infty$

$$\lambda_n = (e^{-2v})^{\frac{dx}{2(a-x)}\cdot\frac{1}{v}} \lambda = e^{-\frac{dx}{a-x}} \lambda$$

Man sieht, dass beim Zurückgehen des Stempels die Gleichung besteht

$$\lambda = \left(\frac{c+2v}{c}\right)^n \lambda_n = e^{\frac{dx}{a-x}} \lambda_n$$

Es geht also λ_n auch auf den ursprünglichen Werth zurück. Der Vorgang ist auch hierin umkehrbar. Wir setzen nun

$$\lambda_n = \lambda + nh,$$

wo nh unendlich klein von der Ordnung von dx ist: so wird bei Vernachlässigung kleiner Grössen zweiter Ordnung

$$nh = -\frac{dx}{a-x}\lambda$$

Wir hatten nun

$$f(\lambda) = \phi\left(\lambda + \frac{nh}{3}\right) = \phi(\lambda + d\lambda).$$

Wir haben also zu setzen

$$d\lambda = -\frac{dx}{3(a-x)}\lambda.$$

Jeder Werth von λ wird um diesen Betrag kleiner, wenn x um dx wächst.

Durch Integration erhalten wir

$$\lg\lambda = \frac{1}{3}\lg(a-x) + \lg C$$

$$\lg C = \lg\lambda_0 - \frac{1}{3}\lg a.$$

wo λ_0 der Werth für $x = 0$ ist. Also

$$\lambda = \sqrt[3]{\frac{a-x}{a}} \cdot \lambda_0.$$

Ferner sei E das Energiequantum im Raum 2, wenn B bei x steht. Die Dichtigkeit der Energie ist dann

$$\mathfrak{U} = \frac{E}{a-x}.$$

Wächst x um dx, so nimmt die Dichtigkeit in Folge der Volumverkleinerung und der geleisteten Arbeit zu.

$$\frac{d\mathfrak{U}}{dx}\,dx = \left\{\frac{dE}{dx}\,\frac{1}{a-x} + \frac{E}{(a-x)^2}\right\} dx$$

$$= \left(\frac{dE}{dx} + \mathfrak{U}\right)\frac{dx}{a-x}$$

Nun ist der Druck auf den Stempel

$$= \frac{1}{3}\,\mathfrak{U}$$

Die geleistete Arbeit also

$$\frac{dE}{dx}\,dx = \frac{1}{3}\,\mathfrak{U}\,dx.$$

Diess gibt

$$d\mathfrak{U} = +\frac{\mathfrak{U}}{a-x}\,dx$$

$$\lg \mathfrak{U} = -\lg\left[(a-x)^{\frac{4}{3}}\right] + \lg C_1$$

$$\lg C_1 = \lg \mathfrak{U}_0 + \lg\left(a^{\frac{4}{3}}\right)$$

wo $\mathfrak{U}_0$ der Werth für $x = 0$ ist.

Es wird also

$$\mathfrak{U} = \sqrt[3]{\left(\frac{a}{a-x}\right)^4}\cdot \mathfrak{U}_0$$

und nach dem frühern für gleiche Werthe von x

$$\frac{\mathfrak{U}}{\mathfrak{U}_0} = \frac{\lambda_0^4}{\lambda^4}$$

Nach §. 1 ist nun die Vertheilung der Energie $\mathfrak{U}$, welche von einem Körper mit der höheren Temperatur $\mathfrak{T}$ herrührt, die gleiche. Ist $\mathfrak{T}_0$ der Werth von $\mathfrak{T}$, welcher $\mathfrak{U}_0$ entspricht, so ist nach Stefan und Boltzmann

$$\frac{\mathfrak{U}}{\mathfrak{U}_0} = \frac{\mathfrak{T}^4}{\mathfrak{T}_0^4}$$

Es folgt also

$$\mathfrak{T}\lambda = \mathfrak{T}_0\lambda_0$$

Im normalen Emissionsspectrum eines schwarzen Körpers verschiebt sich mit veränderter Temperatur jede Wellenlänge so, dass das Product aus Temperatur und Wellenlänge constant bleibt.

Wenn die Vertheilung der Energie als Function der Wellenlänge für irgend eine Temperatur $\mathfrak{T}_0$ gegeben ist, so lässt sie sich jetzt für jede andere Temperatur $\mathfrak{T}$ ableiten. Denken wir uns wieder die λ als Abscissen, die $\phi(\lambda)$ als Ordinaten aufgetragen. Der Flächeninhalt zwischen der Curve und der Abscissenaxe ist die Gesammtenergie $\mathfrak{U}$. Man hat nun zunächst jedes λ so zu verändern, dass $\lambda\mathfrak{T}$ constant bleibt. Schneidet man an der Stelle des ursprünglichen λ_0 ein schmales Stück von der Breite $d\lambda_0$ und dem Inhalt $\phi_0 d\lambda_0$ aus, so wird nach der Änderung diess Stück sich an die Stelle λ verschoben haben, aus der Breite $d\lambda_0$ ist $d\lambda = \frac{\mathfrak{T}_0}{\mathfrak{T}} d\lambda_0$ geworden. Da nun das Energiequantum $\phi_0 d\lambda_0$ constant bleiben muss, so ist

$$\phi d\lambda = \phi_0 d\lambda_0 \ , \quad \phi = \phi_0 \frac{d\lambda_0}{d\lambda} = \phi_0 \frac{\mathfrak{T}}{\mathfrak{T}_0} \ .$$

Nun verändert sich ausserdem mit der Temperatur jedes ϕ nach dem Stefan'schen Gesetze im Verhältniss $\frac{\mathfrak{T}^4}{\mathfrak{T}_0^4}$, es wird also die neue Ordinate sein

$$\phi = \phi_0 \frac{\mathfrak{T}^5}{\mathfrak{T}_0^5} \ .$$

Auf diese Weise erhält man alle Punkte der neuen Energiecurve.

Es stimmt diess Ergebnis überein mit der von H. F. Weber[1] aus seinem Strahlungsgesetze abgeleiteten Verschiebung des Maximums der Energie.

[1] Sitzungsber. d. Berl. Akad. 1888 S. 565.

Ausgegeben am 16. Februar.

1893.
VII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

9. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Hr. Dümmler las: Sigebert's von Gembloux Passio sanctae Luciae virginis und Passio sanctorum Thebeorum.

Die Mittheilung erscheint in den Abhandlungen.

Ausgegeben am 16. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1893.
VIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

16. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond (i. V.).

1. Hr. Möbius las über die Thiere der schleswig-holsteinischen Austernbänke, ihre physikalischen und biologischen Lebensverhältnisse.

Die Mittheilung folgt umstehend.

2. Hr. Weber überreichte seitens des »Indian Antiquary« die darin in vol. XVII—XXI (1888 – 92) erschienene Übersetzung seiner Abhandlung über die heiligen Schriften der Jaina (Indische Studien XVI. XVII. 1883): »Sacred Literature of the Jains«, translated by Dr. Herbert Weir Smyth, Bombay 1893.

Über die Thiere der schleswig-holsteinischen Austernbänke, ihre physikalischen und biologischen Lebensverhältnisse.

Von K. Möbius.

1. Die Bodenbestandtheile der schleswig-holsteinischen Austernbänke.

Während der Jahre 1869 bis 1891 habe ich an vierzehn amtlichen Untersuchungen oder »Revisionen« der fiscalischen Austernbänke vor der Westküste der Provinz Schleswig-Holstein Theil genommen. Durch solche Untersuchungen soll ermittelt werden, wie viele ausgewachsene Austern oder »zahlbar Gut«, wie viele halbwüchsige Austern oder »Junggut« und wie viele junge Anwachsaustern auf den Bänken vorhanden sind, damit bestimmt werden kann, ob sie der Schonung bedürfen oder ohne Schädigung ihres Bestandes befischt werden können. Austernnetze, welche aus einem starken eisernen Rahmen und einem kurzen weitmaschigen Beutel bestehen, werden über den Austerngrund geschleppt.[1] Hat sich das Netz mit Bodenbestandtheilen angefüllt, so sind drei bis vier kräftige Männer nöthig, um es an Deck zu ziehen. Auf den meisten Bänken besteht der Hauptinhalt des Netzes aus alten Austernschalen, zwischen denen jedoch auch Schalen anderer Weichthiere vorkommen. Diese sind Rückstände der Thiere, welche früher auf den Bänken oder in deren Nähe lebten. Unterhalb dieser Schalenmassen besteht der Meeresboden der meisten Bänke aus einem festliegenden feinen Sande, der mit mehr oder weniger grauem oder schwärzlichem thonigen Schlamm, sogenanntem »Schlick« versetzt ist.

Die meisten Bänke liegen an den etwas geneigten Abhängen der tieferen Rinnen, welche das Wattenmeer zwischen dem Festlande und den Inseln durchziehen und worin das Fluth- und Ebbewasser ein- und ausströmt. Fast alle haben ihre grösste Ausdehnung in der Richtung dieser Rinnen.

[1] Eine Beschreibung des Austernfanges und Abbildung des Netzes enthält das 2. Capitel meiner Schrift: Die Auster und die Austernwirthschaft. Berlin 1877. S. 7.

Auf einigen Bänken zwischen Föhr und dem südlichen Theile der Insel Sylt liegen grössere Steine, welche das Befischen erschweren und deshalb möglichst von ihnen entfernt werden. Auf den Bänken bei Wyk kommen Stücke schwarzen Torfes (»Tul«) vor. Todtes Seegras und abgerissene Algen lagern sich nur vorübergehend auf solchen Bänken ab, die in der Nähe flacher Stellen liegen, auf welchen Algen oder Seegräser wachsen. Auffallende Mengen lebender Algen, unter denen *Rhodomela subfusca* und *Ceramium rubrum* vorherrschten, habe ich nur auf den Wyker Bänken angetroffen.

2. Zahl, Grösse und Tiefe der schleswig-holsteinischen Austernbänke.

Die Zahl der bekannten und ausgemessenen Bänke beträgt 52. In der folgenden Tabelle sind bei ihren amtlichen Nummern und Namen ihre Grössen in Hectaren und ihre Tiefen in Metern bei gewöhnlicher Ebbe angegeben nach den Vermessungen des verstorbenen Bauinspectors Matthiessen in Husum in den Jahren 1878, 1879 und 1880.

	Tiefe m	Grösse ha		Tiefe m	Grösse ha
1. Beenshallig	3.4—5	15.60	22. Liinsand	2.4—4.9	37.30
2. Süden Gröde	3.2—4.1	20.00	23. Diepstelle Norden Föhr	3.5—7.8	170.00
3. Südwesten Hamburger Hallig	1.3—3.0	12.80	24. Hörnum buten de Revel	4.1—6.8	14.70
4. Marschnack	1.7—3.0	3.30	25. Hörnum binnen de Revel	2.3—6.9	40.60
5. Süderaue	3.2—4.6	11.00	26. Rothe Bank	1.5—2.4	7.70
6. Langeness	1.9—3.6	12.10	27. Rantumdiep	2.6—3.1	6.30
7. Süden Langeness	3.1—4.1	5.80	28. Gurtfly	2.1—3.2	2.90
8. Norden Nordmarsch	1.0 4.5	35.60	29. Andreas Hansens Stelle	4.6—6.2	9.90
9. Schmaltiefskant	3.1—5.9	70.70	30. Osten Eidumdiep	5.0—6.2	10.70
10. Nesswatt	1.5—3.2	55.40	31. Eidumdiep	1.9—5.6	40.10
11. Amrumer Hafenbank	1.2—2.7	14.00	32. Norden Eidumdiep	2.6—3.8	6.70
11a. Leyrück	4.4—6.1	7.20	33. Steenackbank	1.0—7.6	35.60
12. Wyker Bank	0.4—4.0	106.30	34. Oddeloh bei Sylt	1.6—4.0	7.90
13. Kohamm	1.0—1.6	13.20	35. Robbsand bei Horsbüllsteert	1.8—5.6	11.90
14. Mittelgrund	2.3—3.6	8.50	36. Nordost List oder Ellenbogen	2.0—4.8	23.20
15. Bi de Prester	0.3—2.0	1.30	37. Nordholoh	1.3—3.0	23.20
16. Westen Amrum (Kniepsand)	0.6—1.6	4.40	38. Peter Möllers Stelle	1.8—4.2	5.40
17. Rochel Pahlen	4.1—5.3	9.00	39. Südhohloh	2.1—2.9	4.90
18. Oddende	0.9—1.6	1.00	40. Leeghörn	1.2—3.5	18.60
19. Butensand	2.8—4.0	29.80	41. Panderdiep	1.2—2.3	105.50
20. Oddeloh bei Föhr	1.8—3.1	28.40	42. Huntje	1.4—3.0	214.50
21. Grönbank	3.1—6.2	41.10	43. Tayde Mochels Stelle	2.6—3.2	53.10

	Tiefe m	Grösse ha		Tiefe m	Grösse ha
44. Südwesten Jordsand, Süden Hoyertief.....	0.8—4.4	242.10	47. Südosten Jordsand, Norden Hoyertief.....	2.5—6.4	20.70
45. Süden Jordsand, Süden Hoyertief.....	0.9—1.4	84.70	48. Kohlbyeloh	1.4—1.9	9.10
46. Süden Jordsand, Norden Hoyertief.....	3.5—4.8	6.60	49. Aape	2.6—6.0	10.20
			50. Römerley	1.4—4.0	54.80
			51. Tagholm.....	1.7—3.2	17.30

Die Bank No. 15 ist seit mehreren Jahren so sehr versandet und so dicht mit Seegras bewachsen, dass Austern daselbst jetzt nicht mehr gedeihen können.

Die Ausdehnung der Bänke ist sehr verschieden: die kleinste ist nur 1^{ha} gross, die grösste bedeckt 253^{ha} Meeresgrund. Bei gewöhnlicher Ebbe liegen sie $0^{m}3$—$7^{m}8$ tief, bei gewöhnlicher Fluth $1^{m}6$—3^{m} tiefer. Der Unterschied zwischen gewöhnlicher Fluth und gewöhnlicher Ebbe beträgt bei den südlichen Bänken, südlich und östlich von Föhr und Amrum (No. 1—15) $2^{m}26$—3^{m}; bei den nördlichen Bänken, westlich und nördlich von Amrum und Föhr, östlich von Sylt und Röm, ist der Unterschied zwischen gewöhnlicher Fluth und Ebbe etwas geringer; denn hier beträgt er nur $1^{m}62$—$1^{m}78$.

Die Austernbänke nehmen nur den 25.8^{ten} Theil des bei Ebbe bedeckt bleibenden Wattenmeergebietes ein, in welchem sie liegen, oder sie machen nur 3.9 Procent des stets unter Wasser stehenden Wattenmeergrundes aus, welcher sich zwischen 54° 34′ und 55° 9′ N. B. vor der Westküste des ehemaligen Herzogthums Schleswig ausdehnt.[1]

Die hauptsächlichste Ursache, warum der allergrösste Theil des deutschen Küstenmeeres vor den Mündungen der Hever, Eider, Elbe, Jade, Weser und Ems keine Austernbänke hat, ist die fortwährende Veränderlichkeit des Meeresgrundes, auf dem die täglich wiederkehrenden Fluth- und Ebbeströmungen fast überall Sand und Schlick ablagern oder wegführen. Austernschwärmlinge verbreiten sich in jeder

[1] Diese Zahlen sind das Ergebniss von Planimetermessungen, welche Hr. Ernst Tiessen, Stud. phil., ausgeführt hat. Ich übergab ihm dafür folgende Materialien: 1. Eine Karte: »Nordsee. Schleswig-Holstein. Westküste. Nördlicher Theil. Section I. Maasstab 1:100000.« Nach den Vermessungen S. M. S. »Drache« von Holzhauer 1879, mit den (von Bauinspector Matthiessen) eingetragenen Austernbänken. 2. Austernbänke der Schleswigschen Westküste, vermessen in den Jahren 1878, 1879 und 1880 (von Matthiessen) Maasstab 1:5000. No. 1—51.

Zum Messen diente mit gütiger Erlaubniss des Hrn. Prof. Freiherrn von Richthofen das Amsler'sche Polar-Planimeter No. 723 des Geographischen Instituts der Universität Berlin. Hr. Tiessen erhielt für den ganzen bei Ebbe mit Wasser bedeckten Boden des Wattenmeeres zwischen den oben angegebenen Grenzen 48130^{ha} und für alle daselbst liegenden Austernbänke zusammen $1869^{ha}30^{a}$. $\frac{48130}{1869.3} = 25.8 = 3.9$ Procent.

brutgünstigen Fortpflanzungsperiode von den Austernbänken der Nordsee über das ganze Wattenmeer; von ihren Milliarden können sich aber nur diejenigen weiter entwickeln, welche, wenn sie ihr Schwimmleben beendigen und sich niederlassen, zufällig auf einen reinen, nicht mit Schlick überzogenen, auf festem Grunde liegenden Körper gelangen. Ansatzkörper derselben sind meistens alte Austernschalen und Schalen lebender Austern, seltener Steine oder Schalen anderer Weichthiere.

3. Salzgehalt und Temperatur der schleswigschen Austernbänke.

Der Salzgehalt des Wassers der Austernbänke beträgt meistens 3 Procent: im Winter und Frühjahr vermindert er sich ein wenig: im Sommer steigt er etwas. Nahe bei der Bank No. 36 »Ellenbogen«, am nordöstlichen Ende der Insel Sylt betrug der niedrigste Salzgehalt während der Jahre 1873—1879 2.8 Procent (im Januar 1873), der höchste 3.48 Procent (im Juli 1873).

Oberflächen- und Tiefenwasser differiren nur wenig und nur vorübergehend sowohl im Salzgehalt wie auch in der Temperatur.

Die höchsten Wärmegrade, 20—23° C., treten im Juli und August ein, selten schon im Juni. Die niedrigsten Temperaturen, — 2.0 bis — 2.4° C. wurden meistens im Januar und Februar, selten schon im December gefunden.

Die folgende Tabelle enthält die Maxima und Minima der Wassertemperatur und des Salzgehaltes im Nordosten der Insel Sylt bei der Bank »Ellenbogen«, beobachtet in den laufenden Monaten der Jahre 1873—1879. Sie sind zusammengestellt aus den »Ergebnissen der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten über die physikalischen Eigenschaften der Ostsee und Nordsee und der Fischerei, veröffentlicht von der Ministerial-Commission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel«, Jahrg. 1873—1879, Berlin 1874—1880.

Zeit	Wassertemperatur					Salzgehalt				
	Oberfläche		am Grunde		bei einer Tiefe von	Oberfläche		am Grunde		bei einer Tiefe von
	Max.	Min.	Max.	Min.	m	Max.	Min.	Max.	Min.	m
Januar 1873	5.6	0.9	—	—	—	3.12	2.80	3.14	2.82	10.8
Februar »	2.9	— 1.3	—	—	—	2.97	2.72	3.04	2.82	10.8
März »	7.1	1.8	—	—	—	3.05	2.92	3.08	2.96	10.8
April »	8.5	5.4	—	—	—	3.21	2.95	3.25	2.97	12.8
Mai »	12.0	7.1	—	—	—	3.39	3.08	3.22	3.10	12.8
Juni »	17.1	11.6	—	—	—	3.38	3.17	3.41	3.20	14.6

Zeit	Wassertemperatur					Salzgehalt				
	Oberfläche		am Grunde		bei einer Tiefe von	Oberfläche		am Grunde		bei einer Tiefe von
	Max.	Min.	Max.	Min.	m	Max.	Min.	Max.	Min.	m
Juli 1873	21.0	15.0	—	—	—	3.41	3.28	3.48	3.24	14.6
August "	19.9	16.0	—	—	—	3.34	3.17	3.35	3.16	14.6
September "	18.0	12.5	—	—	—	3.25	3.05	3.26	3.08	14.6
October "	13.8	7.6	—	—	—	3.17	2.90	3.16	2.97	14.6
November "	9.9	4.8	—	—	—	3.10	2.83	3.01	2.90	14.6
December "	7.4	2.9	—	—	—	3.05	2.87	3.07	2.97	12.8
Januar 1874	5.3	3.2	—	—	—	3.09	2.90	3.10	2.97	12.8
Februar "	5.1	1.3	—	—	—	3.13	2.91	3.10	2.96	12.8
März "	6.9	2.3	—	—	—	3.09	2.92	3.05	2.91	12.8
April "	10.4	5.8	9.5	5.4	—	3.05	2.96	3.08	2.96	12.8
Mai "	13.0	8.6	12.9	8.4	—	3.05	2.96	3.12	2.97	12.8
Juni "	18.7	12.3	18.5	11.7	—	3.25	3.04	3.25	3.04	12.8
Juli "	20.4	16.5	20.3	16.5	—	3.24	3.14	3.24	3.14	12.8
August "	19.1	14.1	19.0	14.0	—	3.18	3.07	3.20	3.07	12.8
September "	16.1	11.8	15.9	11.6	—	3.13	3.01	3.12	3.01	12.8
October "	15.4	9.0	15.4	8.9	—	3.10	3.00	3.12	3.01	12.8
November "	9.3	1.3	9.1	1.4	—	3.00	2.91	3.01	2.92	12.8
December "	3.8	0.1	3.3	0.0	7.3	3.08	2.92	3.09	2.93	7.3
Januar 1875	1.6	— 2.0	1.2	— 1.1	7.3	3.00	2.93	3.07	2.95	7.3
Februar "	2.1	— 1.3	2.0	0.8	7.3	2.96	2.95	3.04	2.95	7.3
März "	2.0	— 1.1	1.9	— 1.1	7.3	3.00	2.93	3.05	2.95	7.3
April "	7.1	3.4	6.6	3.2	11.0	3.08	2.95	3.08	2.96	11.0
Mai "	14.6	7.4	14.3	7.3	11.0	3.22	2.99	3.35	3.00	11.0
Juni "	18.2	12.8	18.0	13.0	11.0	3.25	2.10	3.30	3.12	11.0
Juli "	23.1	19.2	22.3	19.2	11.0	3.45	3.24	3.42	3.28	11.0
August "	21.4	18.3	21.4	18.8	11.0	3.37	3.22	3.38	3.30	11.0
September "	18.2	12.1	18.3	12.3	11.0	3.30	3.07	3.30	3.16	11.0
October "	12.4	2.3	12.3	2.8	11.0	3.16	2.95	3.16	3.04	11.0
November "	3.8	0.0	3.4	0.2	11.0	3.03	2.92	3.04	3.00	11.0
December "	2.3	— 0.1	2.2	0.0	11.0	3.04	2.93	3.05	2.95	11.0
Januar 1876	2.3	— 2.3	2.2	— 2.2	11.0	3.04	2.95	3.07	2.95	11.0
Februar "	2.4	— 2.1	2.3	0.0	11.0	3.04	2.95	3.05	2.96	11.0
März "	4.6	1.8	4.2	1.4	11.0	3.05	2.96	3.07	3.03	11.0
April "	10.0	4.3	9.4	4.1	11.0	3.09	2.96	3.12	3.05	11.0
Mai "	12.6	8.2	12.4	8.3	11.0	3.14	3.00	3.17	3.09	11.0
Juni "	19.3	13.0	19.2	12.6	11.0	3.26	3.04	3.29	3.03	11.0
Juli 1876	20.2	17.3	20.0	17.1	11.0	3.34	3.17	3.35	3.22	11.0
August "	20.6	15.4	21.0	16.1	11.0	3.34	3.18	3.35	3.26	11.0
September "	15.4	13.0	16.0	13.0	11.0	3.21	3.04	3.25	3.09	11.0
October "	14.2	7.0	14.1	7.1	11.0	3.20	3.00	3.22	3.04	11.0
November "	7.3	— 0.1	7.8	0.0	11.0	3.08	2.93	3.10	3.00	11.0
December "	4.8	— 2.3	4.4	— 2.2	11.0	3.04	2.93	3.07	3.00	11.0
Januar 1877	3.3	1.1	3.1	0.5	11.0	3.03	2.93	3.05	2.95	11.0
Februar "	3.3	1.1	3.2	1.3	11.0	3.05	2.95	3.07	3.00	11.0
März "	4.0	— 0.3	3.6	— 0.1	11.0	3.05	2.95	3.07	3.00	11.0
April "	8.3	4.1	8.2	4.0	11.0	3.09	2.95	3.10	2.99	11.0
Mai "	13.1	6.4	12.3	6.4	11.0	3.26	3.01	3.26	3.01	11.0

Zeit	Wassertemperatur					Salzgehalt				
	Oberfläche		am Grunde		bei einer Tiefe von	Oberfläche		am Grunde		bei einer Tiefe von
	Max.	Min.	Max.	Min.	m	Max.	Min.	Max.	Min.	m
Juni 1877	19.6	13.2	19.6	13.3	11.0	3.35	3.08	3.35	3.13	11.0
Juli »	19.6	16.4	19.5	16.2	11.0	3.26	3.12	3.26	3.09	11.0
August »	20.7	16.3	19.9	16.1	11.0	3.29	3.10	3.34	3.12	11.0
September »	18.0	11.3	17.9	11.2	11.0	3.26	2.99	3.26	3.01	11.0
October »	12.8	6.6	12.8	6.9	11.0	3.14	2.97	3.25	2.97	11.0
November »	9.8	4.2	9.2	4.5	11.0	3.09	2.93	3.09	2.93	11.0
December »	4.2	0.5	4.3	0.5	11.0	3.09	2.91	3.09	2.92	11.0
Januar 1878	3.9	3.3	3.9	3.2	11.0	3.04	2.91	3.09	2.92	11.0
Februar »	5.2	1.4	4.9	1.4	18.3	3.04	2.91	3.05	2.91	11.0
März »	5.5	0.7	5.3	0.7	11.0	3.05	2.93	3.04	2.93	11.0
April »	10.1	3.2	10.1	3.2	11.0	3.09	2.88	3.08	2.93	11.0
Mai »	16.8	10.7	16.8	10.2	11.0	3.22	2.95	3.18	2.95	11.0
Juni »	21.8	10.1	22.2	10.0	11.0	3.35	3.04	3.38	3.04	11.0
Juli »	19.5	13.6	18.9	13.5	11.0	3.31	3.05	3.34	3.12	11.0
August »	20.7	16.0	20.8	15.9	11.0	3.31	3.13	3.29	3.10	11.0
September »	18.6	10.0	18.7	9.9	11.0	3.29	2.95	3.29	2.96	11.0
October »	12.9	7.1	12.3	7.1	11.0	3.13	2.92	3.14	2.90	11.0
November »	6.2	2.5	6.5	3.0	11.0	3.05	2.88	3.08	2.88	11.0
December »	2.5	0.0	2.6	0.0	11.0	—	—	—	—	—
Januar 1879	5.3	— 2.4	5.0	0.9	11.0	—	—	—	—	—
Februar »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
März »	4.1	0.1	4.3	1.7	11.0	2.93	2.88	2.95	2.82	11.0
April »	7.9	2.5	8.0	2.6	11.0	3.13	2.83	3.13	2.82	11.0
Mai »	15.2	9.2	14.9	9.2	11.0	3.20	2.86	3.22	2.79	11.0
Juni »	20.2	9.9	20.0	10.2	11.0	3.30	2.92	3.31	2.93	11.0
Juli »	17.2	15.7	16.2	15.6	11.0	—	—	—	—	—
August »	21.1	14.3	20.6	14.2	11.0	3.28	3.12	3.31	3.13	11.0
September »	16.9	13.2	16.9	13.1	11.0	3.28	3.08	3.26	3.08	11.0

4. Die Thiere der schleswigschen Austernbänke.

Die lebenden Austern liegen nicht in dichten Massen fest neben- und übereinander auf den Bänken, sondern meistens weiter als einen Meter von einander entfernt, so dass auf einen Quadratmeter Bankfläche meistens weniger als eine ausgewachsene Auster gefangen wird. Und noch geringer ist die Zahl der halbwüchsigen Austern. Auf der grossen und fruchtbaren Bank Huntje (No. 42) wurden in zehn Besichtigungen während der Jahre 1730—1852 im Durchschnitt auf 1000 ausgewachsene Austern nur 484 halbwüchsige gefangen, auf den meisten anderen Bänken verhältnissmässig noch weniger halbwüchsige.[1]

[1] Näheres hierüber enthält das 9. Capitel meiner Schrift: Die Auster und die Austernwirthschaft, S. 56.

Mit den Austern leben eine Menge anderer Thiere auf den Bänken. Ich habe folgende Arten darauf gefunden:

Fische und marine Säugethiere.

1. *Agonus cataphractus* (L.) Steinpicker.
2. *Gobius minutus* Gmel. Kleine Grundel.
3. *Muraenoides gunellus* (L.) Butterfisch.
4. *Platessa platessa* (L.) Goldbutt.
5. *Platessa limanda* (L.) Kliesche.
6. *Syngnathus acus* L. Seenadel.
7. *Acipenser sturio* L. Stör.
8. *Raja clavata* L. Nagelroche.

Von diesen Fischen wurden bei den amtlichen Untersuchungen der Austernbänke im Mai, Juni und August folgende Arten öfter gefangen: *Agonus cataphractus*, *Muraenoides gunellus*, *Platessa platessa* und *Platessa limanda*. Nagelrochen erfasst das Austernnetz nur selten; aber ihre Eier kommen auf den tieferen Bänken öfter hinein. Im August enthalten diese ziemlich weit entwickelte Embryonen. Im August fing ich Seenadel-Männchen, welche Eier in der Brusttasche trugen. Störe sieht man zuweilen über die Wasserfläche des Wattenmeeres springen.

Von marinen Säugethieren kommen bei den Austernbänken der gemeine Seehund und einige Arten Cetaceen vor. *Phoca vitulina* L. taucht nicht selten bei den Bänken auf und auf den trocken liegenden Watten in deren Nähe lagern zuweilen Heerden von zehn bis zwanzig Stück. Der gemeine Seehund gebiert hier gegen Ende Juni und säugt sein Junges zwei bis drei Wochen.

Das häufigste Walthier des Wattenmeeres ist der kleine Tümmler, *Phocaena phocaena* (L.); der grosse Tümmler *Tursio tursio* (O. Fab.) erscheint seltener daselbst. Am 17. und 19. Februar 1873 wurden bei Büsum, etwas südlich von dem Austerngebiete ein weiblicher und ein männlicher graustreifiger Delphin, *Grampus griseus* (Cuv.) gefangen, deren Skelette im zoologischen Museum zu Kiel aufbewahrt werden. Das Weibchen war $3^{m}42$ lang, das Männchen $3^{m}7$ und 470^{kg} schwer.[1]

Am 26. Juni 1881 strandete zwischen Föhr und Sylt auf dem Listsand ein lebender halbwüchsiger weiblicher Blauwal, *Balaenoptera sibbaldi* Gray. Er wurde bei dem nächsten niedrigen Wasser von der Mannschaft des Zollkreuzers »List« abgeschlachtet, bei Hochwasser nach der Ostküste von Sylt geschleppt, bei Rantum verankert und

[1] K. Möbius, Über zwei gestreifte Delphine (*Grampus griseus* Cuv.) aus der Nordsee und über die in der Kieler Bucht beobachteten Cetaceen. Schrift d. Naturw. Ver. f. Schleswig-Holst. I. 1874, S. 196.

in den folgenden Ebben abgespeckt. Ich kaufte am 4. Juli den abgespeckten Körper, liess ihn an seiner Lagerstätte entfleischen und das Skelet im zoologischen Museum in Kiel aufstellen. Dieses ist $13^{m}.1$ lang über 2400^{kg} schwer.

Tunicaten.

1. *Cynthia rustica* (L.)
2. *Oikopleura flabellum* (J. Müll.)

Cynthia rustica habe ich, kleinen rothen Beeren ähnlich, auf den Schalen lebender Austern angesiedelt gefunden. *Oikopleura flabellum* fing ich wiederholt mit dem Schwebnetz im Oberflächenwasser der Austernbänke.

Mollusken.

1. *Chiton cinereus* L.
2. *Litorina litorea* (L.)
3. *Litorina obtusata* (L.)
4. *Buccinum undatum* L.
5. *Doris pilosa* Müll.
6. *Ancula cristata* A. H.
7. *Dendronotus arborescens* (Müll.)
8. *Pholas candida* L.
9. *Pholas crispata* L.
10. *Mya arenaria* L.
11. *Mya truncata* L.
12. *Scrobicularia plana* da Costa
13. *Tellina baltica* L.
14. *Tapes pullastra* (Mont.)
15. *Cardium edule* L.
16. *Mytilus edulis* L.
17. *Modiola modiolus* (L.)

Die graue Käferschnecke, *Chiton cinereus*, habe ich wiederholt auf Austernschalen und Steinen gefunden. Die Strandschnecken *Litorina litorea* und *obtusata* leben da nicht, wo Austern gedeihen. Ich habe sie nur auf der Bank Kniepsand in einer flachen Bucht westlich von Amrum gefunden, wo viel Seegras wächst und jetzt keine Austern mehr leben, weil der frühere feste Grund von beweglichem Sande bedeckt ist. *Buccinum undatum*, das Wellhorn, pflegt in keinem Fang, den die Austernschraper von den Bänken heraufbringen, zu fehlen. An Bord im Trocknen liegend, streckt es den ganzen Fuss aus der Schale hervor und wendet ihn nach allen Seiten, um wieder in's Wasser zu kommen. Klumpen von Eierkapseln des Wellhorns trifft man auf allen Austernbänken an. Sie werden im Mai an Schalen lebender Austern, an alten Muschelschalen und an Steinen abgesetzt. Grosse Klumpen enthalten mehrere Tausend Kapseln.[1]

Die Nudibranchiaten *Doris pilosa*, *Ancula cristata* und *Dendronotus arborescens* habe ich nur selten angetroffen. Daraus darf aber

[1] Möbius, Eierkapseln von *Buccinum undatum*. Sitzungsber. d. Ges. Naturf. Freunde zu Berlin. 1891, S. 146.

nicht geschlossen werden, dass sie seltene Bewohner der Austernbänke sind, denn durch die weiten Maschen der Austernschraper können alle kleinen Thiere leicht hindurchschlüpfen und nur diejenigen kommen zu Tage, welche mit den Grundmassen mitten in den Netzbeutel hineingerathen.

Die Bohrmuscheln *Pholas candida* und *Pholas crispata* habe ich wiederholt in Seetorfstücken (»Tul«) eingebohrt gefunden, am häufigsten auf Bänken südlich von Föhr. Die Sandmuscheln *Mya arenaria* und *truncata* kommen in den Austernnetzen nur als leere Schalen an Bord. Sie leben so tief in den Meeresboden eingegraben, dass die Schneide des Netzrahmens über ihre Siphonen hinweg gleitet. *Mya arenaria* habe ich auf manchen schlickigen Watten, die bei Ebbe trocken laufen, in dichten Scharen angetroffen. *Mya truncata* seltener auf den Bänken östlich von Sylt und nördlich von Amrum und Föhr. *Cardium edule*, die Herzmuschel und *Tellina baltica* sind wie *Mya arenaria* häufige Bewohner der flachen Sände, in denen auch *Scorbicularia plana* lebt, aber nicht so zahlreich wie jene. *Tapes pullastra* liebt tiefere Stellen. Ich habe sie öfter lebend zwischen lebenden Austern angetroffen. *Modiola modiolus* kommt auf den tieferen Bänken bei dem südlichen Theile Sylt's in einzelnen Individuen vor. Die essbare Miesmuschel *Mytilus edulis* ist ein Mitbewohner der meisten Bänke. Auf manchen flachen, schlickigen Bänken tritt sie in dichten Massen auf. Sie befestigt sich durch ihren Byssus an Genossen ihrer Art, an den Schalen lebender Austern, an Steinen und anderen Bodenbestandtheilen. Im Wattenmeere wird ihre Schale dicker, als in der westlichen Ostsee, aber sie erreicht nicht die Ausdehnung der Kieler und Apenrader Mies- oder »Pfahlmuscheln«. In diesen habe ich sehr selten eine Perle angetroffen, während fast alle Miesmuscheln des Wattenmeeres Perlen enthalten, und deswegen wenig gegessen werden. Schmuckwerth besitzen diese Perlen nicht, weil sie eine glanzlose weisse oder bläuliche Farbe haben.

Crustaceen.

1. *Cancer pagurus* L.
2. *Portunus holsatus* F.
3. *Carcinus maenas* (L.)
4. *Hyas araneus* (L.)
5. *Eupagurus bernhardus* (L.)
6. *Homarus vulgaris* M. E.
7. *Crangon crangon* (L.)
8. *Athanas nitescens* Leach
9. *Pandalus montagui* Leach (= *P. annulicornis* Leach)
10. *Palaemon squilla* (L.)
11. *Mysis flexuosa* Müll.
12. *Gammarus locusta* (L.)
13. *Dexamine spinosa* Mont.
14. *Lilljeborgia shetlandica* Bate Westw.

15. *Phoxocephalus holbölli* (Kröy.)
16. *Caprella linearis* (L.)
17. *Idotea marina* (L.) = *I. tricuspidata* Desm.
18. *Paracalanus parvus* (Cls.)
19. *Halitemora longicornis* (Müll.)
20. *Centropages hamatus* Lillj.
21. *Balanus crenatus* Brug.
22. *Balanus porcatus* da Costa
23. *Sacculina carcini* Thomps.

Die häufigsten Dekapoden der Austernbänke sind *Hyas araneus* (Hörnerkrebs) und *Eupagurus bernhardus* (Einsiedlerkrebs), der gewöhnlich leere Schalen des Wellhorns zur Wohnung benutzt. Der kleine Taschenkrebs, *Carcinus maenas*, ist auf flachliegenden Bänken häufig. *Portunus holsatus*, der Schwimmtaschenkrebs kommt auf den tieferen Bänken nördlich von Föhr und Amrum oft in das Austernnetz. Den grossen Taschenkrebs, *Cancer pagurus*, habe ich nur wenige Male nahe dem Südende Sylts auf den Hörnumbänken angetroffen und hier auch einmal einen jungen Hummer (*Homarus vulgaris*) gefangen, der sich offenbar aus dem Klippengebiete Helgolands hierher verirrt haben wird. *Crangon crangon*, die Granat, eins der häufigsten Thiere der flachen, sandig-schlickigen Strecken des Wattenmeeres, kommt oft, *Palaemon squilla*, die Sägekrabbe, seltener in das Austernnetz. *Athanas nitiscens* habe ich nur einige Male angetroffen, öfter *Pandalus montagui*, eine Sägekrabbe mit auffallend rothen Linienzeichnungen. Von Amphipoden kommt *Gammarus locusta* häufiger in das Netz als die anderen Arten. *Dexamine spinosa*, *Phoxocephalus holbölli* und *Caprella linearis* fand ich auf Hydroidpolypenstöcken. *Idotea marina* sah ich oft zwischen den Schalenmassen des Grundes kriechen.

Die drei oben angeführten Copepoden-Arten habe ich in Schwebnetzen an der Oberfläche des Wattenmeeres gefangen. Der häufigste Rankenfüssler ist die kleine Austernpocke, *Balanus crenatus*. Sie ist besonders häufig auf den flachen Bänken, wo fast auf jeder nach oben liegenden Klappe der lebenden Austern mehrere neben einander sitzen. Nachdem sich die schwimmenden Larven derselben angesetzt haben, erreichen ihre weissen kegelförmigen Gehäuse binnen achtzehn Tagen einen Durchmesser von 1^{mm}; denn auf dem Eisenanker einer Boje, welche am 10. Mai 1891 auf der Bank Süden Langeness ausgelegt worden war, fand ich am 28. Mai zahlreiche junge *Balanus crenatus* von dieser Grösse. *Sacculina carcini* habe ich im August oft unter dem Abdomen von *Carcinus maenas* gefunden.

Pycnogoniden.

Pygnogonum littorale (Ström) habe ich nur selten auf Seenelken, *Actinoloba dianthus*, angetroffen.

Würmer.

1. *Lepidonotus squamatus* (L.)
2. *Nereis pelagica* L.
3. *Nephthys caeca* (O. Fab.)
4. *Dodecaceria concharum* Örst.
5. *Arenicola marina* (L.)
6. *Scoloplos armiger* (Müll.)
7. *Trophonia plumosa* (Müll.)
8. *Sabellaria spinulosa* Leuck.
9. *Lanice conchilega* (Pall.)
10. *Amphitrite johnstoni* Malmgr.
11. *Pomatoceros triqueter* (L.)
12. *Sagitta bipunctata* Q. G.

Der Schuppenwurm, *Lepidonotus squamatus*, und der Seevielfuss, *Nereis pelagica*, kommen häufig in das Austernnetz. *Dodecaceria concharum* sitzt in den Schalen älterer Austern in kurzen, unregelmässig gebogenen Röhren, welche bis in deren Perlmutterschicht hineinreichen. Der Pier oder Sandwurm, *Arenicola marina*, kommt nur auf flachen Bänken vor. Auf schlickigen Watten tritt er in grossen Mengen auf. Neben ihm wohnt nicht selten *Scoloplos armiger*. *Trophonia plumosa* habe ich einige Male auf den Bänken bei Föhr angetroffen. *Sabellaria spinulosa*, der Sandrollenwurm, gehört zu den häufigsten Thieren der Austernbänke. Auf manchen Bänken bilden seine Röhren fast auf jeder Auster dicke Klumpen, welche das Fischen sehr erschweren, weil sie den Netzbeutel mit Ballast anfüllen, der mit dem Messer entfernt werden muss, ehe den Fischern die Austern abgenommen werden. *Lanice conchilega* und *Amphitrite johnstoni* habe ich auf vielen Bänken zwischen den Grundbestandtheilen gefunden. Der Dreikantwurm, *Pomatoceros triqueter* kommt nur auf den tieferen Bänken nördlich von Föhr und bei Hörnum vor. Er kittet seine gebogenen weissen Röhren an Steine, alte Schalen und die oberen Klappen lebender Austern an. Den Pfeilwurm, *Sagitta bipunctata* habe ich im Oberflächenwasser der Austernbänke gefangen.

Bryozoen.

1. *Membranipora reticulum* (L.)
2. *Alcyonidium mytili* Dalyell
3. *Alcyonidium gelatinosum* (L.)
4. *Pedicellina nutans* Dalyell.

Membranipora reticulum bildet weissliche Krusten auf kleinen Steinen und Miesmuscheln. *Alcyonidium mytili* bedeckt als weicher grauer, glänzender Überzug die Schalen lebender Miesmuscheln und Wellhörner, in denen Einsiedlerkrebse wohnen. Auf Schalen lebender Austern habe ich es seltener gesehen. *Alcyonidium gelatinosum*, das Gallertmoosthier bewohnt die meisten Bänke, siedelt sich gern auf den Schalen lebender Austern an und wächst zu handlangen Stücken heran, die das Austernnetz schnell anfüllen und das Fischen daher sehr erschweren.

Echinodermen.

1. *Echinus esculentus* L.
2. *Echinus miliaris* Müll.
3. *Asterias rubens* L.

Den grossen essbaren Seeigel, *Echinus esculentus*, habe ich nur wenige Male auf den tiefen Hörnumbänken angetroffen, wohin er sich aus dem Klippengebiet der Insel Helgoland verirrt haben mag. Der kleine violette oder grünliche Seeigel, *Echinus miliaris*, und der rothe Seestern, *Asterias rubens*, fehlen selten in Netzwürfen, welche Austern zu Tage fördern, leben im Wattenmeere aber auch auf anderen Gründen, die für Austern zu wandelbar sind.

Cölenteraten.

1. *Cydippe pileus* (Fab.)
2. *Tealia crassicornis* (Müll.)
3. *Actinoloba dianthus* (Ellis.)
4. *Cylista viduata* (Müll.)
5. *Alcyonium digitatum* L.
6. *Hydrallmania falcata* (L.)
7. *Thujaria thuja* (L.)
8. *Sertularia argentea* Ell. Sol.
9. *Sertularia pumila* L.
10. *Halecium halecinum* (L.)
11. *Opercularella lacerata* (Johnst.)
12. *Calycella syringa* (L.)
13. *Gonothyraea loveni* Allm.
14. *Clytia johnstoni* Ald.
15. *Campanularia flexuosa* Hcks.
16. *Eudendrium ramosum* (L.)
17. *Eudendrium rameum* (Pall.)
18. *Eudendrium arbuscula* Str. Wright.
19. *Eudendrium insigne* Hcks.
20. *Tubularia indivisa* L.
21. *Podocoryne carnea* Sars
22. *Hydractinia echinata* Flem.

Die Kugelrippenqualle, *Cydippe pileus*, habe ich im Mai, Juni und August im Oberflächenwasser der Austernbänke wiederholt in Schwebenetzen gefangen. Die Seerosen *Tealia crassicornis* und *Actinoloba dianthus* sind auf den Schalen lebender Austern nicht selten. *Cylista viduata* habe ich nur wenige Male darauf gefunden. Die Meerhand, *Alcyonium digitatum*, kommt nur auf den tieferen Bänken in der Nähe der Südspitze Sylt's vor. In manchen Jahren war dort fast auf jeder ausgewachsenen Auster ein weisser oder gelber Meerhandstock. Von den zahlreichen Hydroidpolypen siedeln sich *Halecium halecinum* und *Sertularia argentea* häufig auf Austernschalen an. Auf manchen Bänken tritt *Sertularia argentea* in solchen Mengen auf, dass grosse Büschel derselben von den Schalen der gefischten Austern abgepflückt und aus den Maschen des Austernnetzes entfernt werden müssen. Diese massenhafte Ausbildung der Silber-Sertularie im Küstengebiete der Nordsee erklärt auch ihr häufiges Vorkommen am Strande unter den Auswürflingen des Meeres. Dort auf dem weissen Sande vor den Dünen formt der selten ruhende Wind aus ihren

Zweigen und angespülten Stöckchen anderer Hydroidpolypen weisslichgraue rollende Bälle. Der grosse Röhrenpolyp, *Tubularia indivisa*, ist auf den Bänken im Süden und Norden der Insel Föhr häufiger als in anderen Gebieten des Wattenmeeres. Seine langen gelblichen Stiele sind gewöhnlich dicht überzogen von dem nickenden Moosthierchen *Pedicellina nutans*. Einige Male fand ich darauf auch die zierlichen Hydroidpolypen *Eudendrium insigne* und *Clytia johnstoni*. Der braune stachelige Krustenpolyp, *Hydractinia echinata* überzieht die meisten Wellhörner, in denen der Einsiedlerkrebs, *Pagurus bernhardus*, wohnt. Den weichen Krustenpolypen, *Podocoryne carnea*, habe ich auf todten Schalen gefunden, einmal auch als einen 10^{mm} breiten Überzug am Bauchrande der Schale einer lebenden Auster.

Spongien.

1. *Halichondria panicea* (Pall.) 2. *Cliona celata* Grant

Diese beiden Spongienarten kommen fast auf allen Bänken vor. *Halichondria panicea*, der Klumpenschwamm siedelt sich gern auf lebenden Austern an und wächst zu klumpigen oder unregelmässig verzweigten bleichgelblichen Stöcken heran, welche die Grösse einer Hand erreichen können und dann den Fang der Austern sehr erschweren. *Cliona celata* ist ein Bohrschwamm, der in den Austernschalen unregelmässige Gänge aushöhlt, welche bis zur innersten Perlmutterschicht vordringen und die Schalen brüchig machen. Die Oscula des lebenden Schwammes ragen als gelbe Röhren mehrere Millimeter hoch über die äusseren Öffnungen der Schwammgänge hinaus, ziehen sich aber, wenn die Austern trocken liegen, so stark zusammen, dass sie nur noch wenig oder gar nicht mehr aus deren Schalen hervortreten.

Protozoen.

Dem Sammeln und Untersuchen der Protozoen konnte ich bei den amtlichen Besichtigungen der Austernbänke keine besondere Zeit widmen. Dass viele Arten daselbst leben werden, ist anzunehmen.

Auf den in Spiritus conservirten Eudendrien, Tubularien und Sertularien der Austernbänke habe ich Cothurnien und Podophryen angetroffen. Bei Amrum enthielt das im August 1884 von mir gefangene Plankton *Codonella campanula* Ehrbg., *Tintinnus acuminatus* Clap. Lachm., *Tintinnus subulatus* Ehrbg., *Ceratium tripos* (Müll.), *Ceratium fusus* (Ehrbg.), *Dinophysis acuta* Ehrbg. u. a. Dinoflagellaten.[1]

[1] Hensen, Über die Bestimmung des Plankton. Fünft. Ber. d. Komm. z. wiss. Untersuch. d. deutch. Meere f. d. J. 1882—86. Berlin 1887. S. 93.

Im Sommer ist *Noctiluca miliaris* Suriray. das Leuchtbläschen. häufig. Auf *Alcyonidium gelatinosum*. auf *Halcinum halcinum* und andern Polypenstöcken fand ich zahlreiche Individuen von *Miliolina seminulum* (L.). die schon dem unbewaffneten Auge als weisse Punkte auffallen. Im Mageninhalt der Austern traf ich *Discorbina rosacea* (d'Orb.) an.

5. Schädliche und nützliche Bewohner der Austernbänke.

Abgesehen von den angeführten Säugethieren leben also auf den Austernbänken oder in deren Wasser 8 Arten Fische, 2 Tunicaten, 17 Mollusken, 23 Crustaceen, 1 Pycnogonid, 12 Würmer, 4 Bryozoen, 3 Echinodermen, 22 Cölenteraten, 2 Spongien und wenigstens 10 Protozoen, im Ganzen 104 verschiedene Arten, von denen 30 bis 40 Arten in solchen Mengen auftreten, dass sie ohne Zweifel auf die Austern einen Einfluss ausüben werden, welcher deren Vermehrung und Ausbildung entweder begünstigen oder stören kann.

In den meisten Schriften über die natürlichen Lebensbedingungen und die künstliche Aufzucht der Austern werden deren Feinde ausführlicher besprochen; auf Mitbewohner der Austernbänke, welche das Gedeihen der Austern fördern können, weisen nur wenige Schriften hin. H. Kröyer führt in seiner Schrift: De danske Östersbanker, Kjöbenhavn 1837, S. 17 folgende Austernfeinde an: Die Seesterne, weil sie Austern fressen; die Sandrollen und Miesmuscheln, weil sie sich auf den Schalen lebender Austern ansiedeln und sie belasten; den Bohrschwamm, *Cliona celata*, weil er die Schale brüchig macht. Von allen Mitbewohnern unserer Austernbänke sind die Seesterne wahrscheinlich die schädlichsten. In Aquarien und im ruhigen klaren durchsichtigen Wasser flacher Stellen der Ostsee habe ich oft beobachtet, dass sie mit ihren Armen Miesmuscheln umfangen, aus ihrem Munde den Magen hervorstülpen und ihn zwischen die Schalenklappen der Muschel hindurch an deren Weichkörper anlegen, um ihn aufzusaugen. Auf den schleswigschen Austernbänken lassen sich solche Beobachtungen nicht machen, weil dort das Wasser immer sehr trübe und undurchsichtig ist; aber unter den vielen mit den Austern gefangenen Seesternen sah ich wiederholt einzelne mit weit vorgestülptem Magen, welche das Netz offenbar erfasste, während sie frassen. Wahrscheinlich verzehren die Seesterne mehr junge als erwachsene Austern. Doch nähren sie sich nicht blos von Austern, sondern auch von anderen Thieren, denn sie gehen, wie Kröyer mittheilt, an den Köder der Fischangeln und greifen selbst gefangene Fische an. Auf den nordamericanischen Austernbänken richtet eine, dem unserigen sehr ähnliche Seesternart: *Asterias Forbesi* (Desor) grossen

Schaden an.[1] Von den übrigen Mitbewohnern der schleswigschen Austernbänke vertilgen die grösseren Krebse: *Hyas araneus*, *Pagurus bernhardus*, *Carcinus maenas* und *Portunus holsatus* wahrscheinlich manche junge Auster. Das Wellhorn ist auch ein Thierfresser, durchbohrt aber nach meinen Erfahrungen die Austernschalen nicht mit seiner Radula, wie *Murex erinaceus* (L.) die Austern an der französischen Küste, was ich dort selbst gesehen habe,[2] und wie *Urosalpinx cinerea* (Say) die amerikanischen Austern (*Ostrea virginiana* Gmel). Ob *Echinus miliaris* lebende Austern angreift, ist mir sehr zweifelhaft: abgestorbene wird er sicherlich verzehren, denn in den Aquarien verzehrt er gern Fleisch von Muscheln und andern Thieren. Die auf den Austernbänken vorkommenden Fische werden den Austern wenig Schaden zufügen. Gelegentlich werden die meisten Fische Austernschwärmlinge einschlürfen, wenn diese ihre Mutter verlassen und in den Strom ihres Athemwassers gerathen.[3]

Austernschwärmlinge mögen auch von vielen andern Bankbewohnern, von Miesmuscheln, Austernpocken, Würmern, Moosthieren, Actinien, Quallen und Hydroidpolypen, ja von erwachsenen und halbwüchsigen Austern selbst verschlungen werden. Trotz dieser naturgemässen Vertilgung vieler Austernschwärmlinge und angesetzter Austern haben seit Jahrhunderten die schleswig-holsteinischen Austernbänke bestanden.[4] Die Keimfruchtbarkeit der Auster ist, wie ich im dritten Capitel meiner Schrift über die Auster und Austernwirthschaft auseinandergesetzt habe, so gross, dass sie allen widrigen Einflüssen des Klimas, der Fluth- und Ebbeströmungen und der Sturmfluthen in unserm Wattenmeere Stand halten, sowie den Kampf um Wohnplatz und Nahrung mit zahlreichen Mitbewohnern ihrer Bänke siegreich bestehen konnten.

Unter den physikalischen Lebensbedingungen hat nächst der Beschaffenheit des Meeresgrundes die Sommer- und Wintertemperatur sehr grossen Einfluss auf die Bewohnerschaft der Austernbänke. Andauernde Eiskälte wirkt, wie ich schon 1877 auseinandergesetzt habe,[5] so erschlaffend auf die Flimmerwimpern und die Muskeln, dass

[1] J. W. Collins, Notes on the Oyster Fishery of Connecticut. Bullet. of U. S. Fish Commiss. Vol. IX. for 1889. Washington 1891. 483.

[2] Nach Lafont, Notes sur les Pays de Buch. Bordeaux 1869, p. 43 hat sich *Murex erinaceus* in der Bucht von Arcachon stark vermehrt, seitdem dort grosse Massen von Austern gezüchtet werden.

[3] Der englische Austernzüchter Johnston fand im Magen von *Gobius* und *Mullus* Austernschwärmlinge. Report on the Oyster Fisheries London 1876, p. 87 No. 1711.

[4] H. Kröyer, De danske Östersbanker, S. 110. Möbius, Die Auster und die Austernwirthschaft, Cap. 9 S. 56.

[5] Die Auster und die Austernwirthschaft, Cap. 7 S. 39.

daran viele Austern zu Grunde gehen. Dies bestätigen auch neuere Erfahrungen. Nach dem kalten Winter von 1890—91 wurden bei der im Mai 1891 vorgenommenen Untersuchung auf der Bank Leyrück (No. 11*a*) in drei Netzwürfen neben 5, 35 und 17 lebenden Marktaustern 7, 9 und 10 frische Klappen, d. h. grosse leere noch zusammenhängende Schalen erfrorener Austern gefunden; noch grösser war die Zahl frischer Klappen auf der Bank Eidumdiep (No. 31). Hier enthielt das Netz neben 10 und 95 lebenden Marktaustern 22 und 67 frische Klappen. Am meisten scheinen solche Bänke durch Frost zu leiden, deren Wasser durch Eisstauungen mangelhaft erneuert wird.

Wie kalte Winter viele Austern tödten, so sind warme Sommer, in welchen in der Laichzeit von Mitte Juli bis Mitte August die Wasserwärme über 18° C. steigt, sehr günstig für die Erzeugung zahlreicher Embryonen, den Ansatz vieler Schwärmlinge, die Ausbildung dieser zu jungem Anwachs und die gute Ernährung der halbwüchsigen und ausgewachsenen Austern.

Da die Austern nach Beendigung ihrer kurzen Schwärmzeit am Meeresboden festliegen, so können sie sich nur von Stoffen nähren, welche die Flimmerwimpern ihrer Kiemen und Mundlappen aus dem vorbeiströmenden Wasser in den Mund führen. Im Magen schleswig-holsteinischer Austern habe ich im Monat August gefunden: Appendicularien (*Oikopleura*), Theile von Halacariden, Copepoden, Cypridinen, Cirripedien, Bryozoen; Schwammnadeln, Foraminiferen (*Discorbina rosacea*), Dinoflagellaten (*Ceratium furca*, *Dinophysis acuta*, *Prorocentrum micans*), Conferven, Bacillariaceen (*Coscinodiscus*, *Triceratium*, *Pleurosigma*, *Navicula*), Theile von Phanerogamen mit blattgrünhaltigen Zellen; Kieselsandkörner.

Zu diesen Untersuchungen entfernte ich durch einen Längsschnitt die rechte Seite des Weichthierkörpers, um den Magen zu öffnen und dessen Inhalt dann mit einer Pipette aufzusaugen. Nur von wenigen Austern konnte ich ihn sofort unter das Mikroskop bringen; von einer grösseren Anzahl brachte ich ihn in Alkohol, der mit etwas Quecksilberchlorid versetzt war, und nahm die Untersuchung erst später vor. Eine vollkommene Kenntniss der Austernnahrung wird man nur dann erlangen, wenn man in allen Monaten des Jahres eine grössere Zahl Austern sofort nach dem Fang öffnet und ihren Mageninhalt frisch unter das Mikroskop bringt, weil alle nur aus weichen Theilen bestehende Nähr-Organismen im Magen schnell ihre Form verlieren und sich auch schwer gut conserviren lassen.

Ohne Zweifel werden die Austern zahlreiche Schwärmlinge der Schnecken, Muscheln, Krebse, Würmer, Moosthiere, Echinodermen, Cölenteraten und Spongien, welche ihre Bänke bewohnen, wegfangen

und verdauen.[1] Eine vollständige Reinigung der Bänke von allen diesen Thieren würde daher, wenn sie überhaupt ausführbar wäre, die Ernährung und daher auch das Wachsthum und die Vermehrung der Austern sicherlich sehr beeinträchtigen.

Das Fischen der Austern erschweren massenhaft auftretende Sandrollen, Gallertmoosthiere und Klumpenschwämme auf manchen Bänken so sehr, dass sie seit alten Zeiten von den Austerfischern zu den schädlichsten Thieren der Austernbänke gezählt werden. Sie dauernd zu beseitigen, halte ich nicht für möglich, weil zwischen denjenigen Massen dieser Thiere, welche mit Austerneisen oder anderen Schleppgeräthen losgerissen und durch die Fluth- und Ebbeströmungen von den Bänken entfernt werden, noch viele Individuen sitzen bleiben; und nicht allein diese, sondern auch die losgerissenen und an andere Stellen des Meeres versetzten können die von ihnen entleerten Strecken in der nächsten Brutzeit wieder mit Jungen ihrer Art besiedeln. Diese Annahme bestätigen Erfahrungen, welche Kröyer über Sandrollen mittheilt.[2] Wahrnehmungen, welche mir Austernfischer berichteten, und Beobachtungen, die ich selbst über das Verschwinden und Wiederauftreten von Moosthieren, Sandrollen, Klumpenschwämmen und Miesmuscheln auf verschiedenen Bänken gemacht habe.

Bis in die sechziger Jahre dieses Jahrhunderts lieferten die schleswigschen Bänke, trotzdem sie manchmal von Massen dieser Thiere »verunreinigt« waren, wie die Austernfischer sagen, jeden Winter reichlich Austern auf den Markt. Nicht die Fauna der Austernbänke hat deren jetzige Armuth an ausgewachsenen Austern verursacht, sondern das übermässige Befischen derselben seit der Eröffnung der schleswig-holsteinischen Eisenbahnen bis zum Ende der letzten zwanzigjährigen Verpachtung im Jahre 1879 hat den jetzigen geringen Vorrath marktreifer Austern auf vielen sonst reichen Bänken verschuldet.

Für den Austernhandel sind die unangenehmsten Bewohner lebender Austern die Bohrschwämme, weil die von ihnen durchsetzten Schalen bei fester Tonnenpackung leicht zerbrechen. Dann verliert die Auster ihr Wasser und stirbt. Und zerbrechen die Schalen nicht, so geben die in ihnen absterbenden Schwämme den auf den Tisch gebrachten Austern einen widerlichen Geruch, den oft auch noch andere nicht gänzlich entfernte todte Bewohner der Austernschalen hervorrufen. Die lebende Auster ist fast geruchlos.

[1] Dies nimmt auch Jonas Collin an. Om Österfiskeriet i Limfjorden. In Tidsskrift for popul. Fremstill. of Naturvidensk. 4. R. III. 1871, p. 197.

[2] De danske Österbanker, S. 43 u. 44.

6. Die Altersstufen der Austern.

In Zuchtanstalten, wo die Austern nach Jahrgängen gesondert liegen, lässt sich die Vergrösserung ihrer Schale mit der Zunahme des Alters genau und sicher feststellen. Da zur Bestimmung des Alters der Bankaustern eine solche Grundlage fehlt, so habe ich bei den amtlichen Untersuchungen der schleswigschen Bänke eine grosse Zahl Schalen aller Grössen gesammelt und untereinander verglichen. Ich kam zu folgenden Ergebnissen.

Die Schale des Austernschwärmlings hat einen Durchmesser von $0{,}^{mm}15$ bis $0{,}^{mm}18$; nach dem Ansatz desselben wird sie bis zum Eintritt kalter Temperaturen, welche das Wachsthum hemmen, $18-23^{mm}$ gross. Im 2. Jahre wächst sie bedeutend und erreicht $40-45^{mm}$ Durchmesser; im 3. Jahre $55-65^{mm}$, im 4. Jahre $70-76^{mm}$, im 5. Jahre bis 80^{mm}, im 6. Jahre 85^{mm}; 7 Jahre alt misst sie $90-95^{mm}$, 8—30 Jahre selten mehr als $95-100^{mm}$. Der Durchmesser in oral-aboraler Richtung, die Länge, weicht gewöhnlich nur wenig oder gar nicht ab von dem Durchmesser in dorsoventraler Richtung oder von der Höhe der Schale. Im siebenten Jahre erreicht die Schale der schleswig-holsteinischen Auster in der Regel ihren grössten Umfang, wird aber dann immer noch dicker, weil das Weichthier, so lange es lebt, neue Perlmutterschichten innerhalb der früheren ablagert. Am dicksten ist die Schale in der Mitte, wo die äussere Fläche der linken Klappe am höchsten gewölbt ist und wo innen der Schliessmuskel sitzt. Misst man hier die grösste Ausdehnung der geschlossenen Auster von ihrer linken zur rechten Seite, so erhält man deren grösste Dicke. Diese beträgt bei 1—2jährigen schleswig-holsteinischen Austern 10^{mm}, bei 3—4jährigen $13-15^{mm}$, bei 5—6jährigen 14 bis 18^{mm}, bei 7—9jährigen $19-25^{mm}$, bei 10—12jährigen $25-28^{mm}$, bei 13—16jährigen $28-35^{mm}$, bei 20—25jährigen $40-45^{mm}$, bei 25—30jährigen $45-50^{mm}$; die dickste, welche ich auf unsern Bänken gefunden habe, ist 57^{mm} dick; sie ist sicherlich über 30 Jahre alt.

So lange die Ausdehnung der Schale zunimmt, so lange wird auch das elastische Schalenband breiter. Im 8. bis 10. Jahre erreicht es seine grösste Breite, $22-23^{mm}$, welche nun nicht mehr zunimmt. In alten Austern lösen sich die äusseren, früheren Bandschichten von der Bandgrube los und verschwinden. Je höher die leere Grube des Bandes ist, desto älter ist die Auster.

Im hohen Alter setzt das Weichthier Perlmutterschichten von geringerem Umfange ab als in seinem kräftigen Alter, es muss also kleiner geworden sein. Alte Austern sind auch nie so massig und

wohlschmeckend wie junge und mittelalte und sicherlich auch weniger fruchtbar. Auf den schleswig-holsteinischen Bänken gelten die Austern für marktreif, wenn sie eine Dicke von 18^{mm} erreicht haben, also wenigstens 6 Jahre alt sind. Dann sind sie auch in das Alter der grössten Fruchtbarkeit eingetreten. Vom sechsten bis fünfzehnten Jahre besitzen sie die grösste Fülle und den besten Geschmack: im höheren Alter werden sie weniger wohlschmeckend und ihre Schale wird so unförmlich dick, dass sie die Austernhändler nur ungern nehmen. Man sollte sie daher auf keiner Bank zu alt werden lassen.

7. Die Austern der Helgolander Austernbank und der offenen Nordsee, verglichen mit den schleswig-holsteinischen.

Zwischen den Mündungen der Hever, Eider, Elbe, Jade, Weser und Ems ist der Grund des deutschen Küstenmeeres so wandelbar sandig und schlickig, dass sich hier fast nirgend Austernbänke bilden können. Nur bei den Inseln Borkum und Juist vor der Hannoverschen Küste sind zwei Stellen, wo früher so viel Austern gediehen, dass sich deren Fang lohnte. Ein 1869 ausgeführter Versuch, die Juister Bank durch schleswigsche Austern zu verbessern, ist erfolglos geblieben. Jetzt werden dort keine mehr gefunden und auch bei Borkum nur noch wenige gefangen.

Ferner von der deutschen Küste, im tieferen Wasser der Nordsee, gedeihen aber Austern. Südost zu Süd von Helgoland liegt eine Austernbank auf 25^{m} Tiefe. Der Grund ist schlickiger fester Sand. Bei einer Untersuchung derselben, welche ich mit den Zoologen der Helgolander biologischen Anstalt, den HH. Prof. Heincke, Dr. Hartlaub und Dr. Ehrenbaum am 9. und 10. August 1892 unter Führung des Hrn. Hilmar Lührs vornahm, betrug der Salzgehalt des Meerwassers an der Oberfläche 3.20 Procent, 25^{m} tief 3.25 Procent. Das Wasser war an der Oberfläche und am Grunde 15°6 warm.

Die Schalen der ausgewachsenen Austern, welche wir hier fischten, haben einen Durchmesser von 100—127^{mm} und sind 25—35^{mm} dick. Das Band erreicht eine Breite von 25—30^{mm}. Die Schalen der Helgolander Austern sind meistens mehr gewölbt, sowie etwas dicker und fester als die der schleswig-holsteinischen Austern, und das Band wird breiter als bei diesen. Sie sind häufig mit *Balanus porcatus* besetzt, wie die Austern der dem offenen Meere am nächsten liegenden schleswigschen Bänke. In den wenigen Netzzügen, welche uns ungünstige Strömungen und Winde zu machen gestatteten, wurden

auf der Helgolander Bank fünfzehn Austern und folgende sechzig Arten wirbelloser Thiere gefangen:

Tunicaten.

Phallusia virginea (Müll.) (auf den Schalen lebender Austern). *Molgula* sp.

Mollusken.

Bela turricula (Mont.). *Buccinum undatum* L.. *Corbula gibba* (Olivi). *Saxicava rugosa* L., *Var. arctica* L., *Solen pellucidus* Penn., *Tellina baltica* L., *Tapes pullastra* (Mont.). *Cardium edule* L.. *Cardium fasciatum* Mont.. *Nucula nucleus* (L.). *Mytilus edulis* L.. *Modiola modiolus* (L.). *Anomia ephippium* L.

Crustaceen.

Cancer pagurus L., *Hyas araneus* (L.), *Corystes cassivelaunus* Penn., *Eupagurus bernhardus* (L.). *Galathea intermedia* Lillj.. *Diastylis rathkei* Kröy.. *Caprella linearis* L.. *Balanus crenatus* Brug.. *Balanus porcatus* da Costa.

Pycnogoniden.

Pallene brevirostris Johnst. (auf *Halichondria panicea* sitzend).

Würmer.

Eulalia viridis (Müll.), *Phyllodoce maculata* (Müll.), *Dodecaceria concharum* Örst.. *Thelepus cincinnatus* (O. Fabr.), *Thelepodopsis flava* Sars. *Terebella (Nicolea) zostericola* Örst.. *Dasychone dalyelli* (Köll.), *Pomatoceros triqueter* (L.), *Eurylepta cornuta* (Müll.).

Bryozoen.

Bicellaria ciliata (L.), *Bugula plumosa* (Pall.), *Scrupocellaria scrupea* Busk. *Alcyonium gelatinosum* (L.). *Alcyonidium parasiticum* (Flem.). *Pedicellina cernua* (Pall.).

Echinodermen.

Echinus esculentus L., *Echinus miliaris* Müll., *Solaster papposus* L., *Asterias rubens* L., *Amphiura squamata* (Chiaje).

Coelenteraten.

Actinolobus dianthus (Ellis). *Alcyonium digitatum* L.. *Hydrallmania falcata* (L.). *Sertularella polyzonias* (L.). *Halcium tenellum* Hcks.. *Calycella syringa* (L.). *Campanularia verticillata* (L.). *Campanularia flexuosa* Hcks..

Clytia johnstoni Hcks., *Obelia helgolandica* C. Hartl.[1], *Tubularia coronata* Abildg., *Eudendrium ramosum* (L.), *Hydractinia echinata* Flem.

Spongien.

Halichondria panicea Pall., *Cliona celata* Grant

Aus diesem gewiss sehr unvollständigen Verzeichniss der Thiere der helgolander Austernbank geht hervor, dass auf dieser viele Arten vorkommen, welche auf den schleswigschen Bänken wohnen, ausser diesen aber noch eine Anzahl Arten, welche im Wattenmeere fehlen.

In der südlichen Nordsee nördlich von der deutschen und holländischen Küste ist ein 15 bis 20^{km} breiter Austerngrund auf 34 bis 42^{m} Tiefe, der ungefähr 20^{km} südwestlich von Helgoland beginnt, dann nordwestlich und westlich bis zum Meridian der Insel Texel reicht. Dort dredschte Dr. A. Metzger im Sommer 1871 im Auftrage der Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere.[2] und im August 1872 stellte unter meiner Antheilnahme die Pommerania-Expedition auf diesem Austerngrunde Untersuchungen an.[3] Am 23. August betrug der Salzgehalt 3.39 bis 3.42 Procent, die Wassertemperatur an der Oberfläche 17°2 bis 17°9 C. am Grunde 16°5 bis 17° C. Der Meeresboden besteht aus festem schlickigen Sand, der mit Muschelschalen gemengt ist. Die Austern liegen einzeln oder sind aneinander gewachsen. Man findet Klumpen, welche aus drei bis fünf Austern bestehen. Diese werden hier grösser als auf der helgolander und den schleswigschen Bänken. Ihre Schalen sind fest und gelblichweiss, erreichen eine Länge von 125 bis 135^{mm}, eine Höhe von 118 bis 125^{mm} und eine Dicke von 36 bis 40^{mm}. Das Band wird 25 bis 40^{mm} breit. Auf ihnen wohnen nicht selten *Alcyonium digitatum*, *Balanus porcatus* und *Verruca strömia*.

Die Pommerania-Expedition fing am 23. und 24. August 1872 an fünf Stellen dieses Grundes Austern und mit diesen zusammen

[1] Diese von C. Hartlaub in d. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 41, 1884, S. 165 beschriebene Form fand ich in vielen 20 bis 35^{mm} hohen Stöckchen auf *Phallusia virginea*. Sie ist der *Obelia gelatinosa* (Pall.) sehr ähnlich, von dieser unterschieden durch geringere Grösse und meistens gänzlich geringelte Stiele der Hydrotheken. Doch wuchsen an derselben *Phallusia* mehrere Stöckchen, deren Stiele in der Mitte wie bei *Obelia gelatinosa* ungeringelt sind. Die Ränder der sehr zarten und durchsichtigen Kelche sind gekerbt. Die von C. Hartlaub beschriebenen Species *Obelia helgolandica* und *Obelia adelungi* sind wahrscheinlich nur Varietäten von *Obelia gelatinosa* (Pall.), welche sich in tieferen Wasserschichten gebildet haben.

[2] Jahresbericht der Commiss. zur wiss. Unt. d. d. Meere f. d. J. 1871, I Berlin 1873, S. 469.

[3] Ber. f. d. J. 1872 u. 73. II, III. Berlin 1875.

80 Arten wirbellose Thiere, welche ich aus den Berichten über die verschiedenen Classen ausgezogen und im Folgenden zusammengestellt habe. Einige dort stehende Artnamen sind hier den jetzt geltenden Nomenclaturregeln gemäss durch ältere Synonyme ersetzt.

Tunicaten.

Phallusia virginea Müll., *Molgula arenosa* A. H.

Mollusken.

Natica alderi Forb., *Turritella ungulina* (L.), *Doris pilosa* Müll., *Polycera quadrilineata* (Müll.), *Aeolis rufibranchialis* Johnst., *Tritonia hombergi* Cuv., *Tritonia plebeja* Johnst., *Saxicava rugosa* (L.), *Solen ensis* L., *Solen pellucidus* (Penn.), *Syndosmya alba* (Wood), *Lucinopsis undata* (Penn.), *Venus gallina* L., *Montacuta ferruginosa* (Mont.), *Nucula nucleus* (L.).

Crustaceen.

Corystes cassivelaunus (Penn.), *Portunus holsatus* F., *Stenorhynchus rostratus* (L.), *Hyas coarctatus* Leach., *Ebalia cranchi* Leach., *Porcellana longicornis* (Penn.), *Galathea intermedia* Lillj., *Crangon nanus* Kröy., *Crangon allmani* Kinahan, *Nika edulis* Risso, *Pandalus montagui* Leach., *Gastrosaccus sanctus* Bened., *Diastylis spinosa* Norman, *Diastylis rathkei* Kröy., *Nebalia pipes* (O. Fab.), *Janira maculosa* Leach., *Aega psora* (L.), *Bathyporeia pilosa* Lindstr., *Iphimedia obesa* Rathke, *Melita obtusata* (Mont.), *Ampelisca tenuicornis* Lillj., *Ampelisca laevigata* Lillj., *Aora gracilis* (Bate), *Noenia excavata* Bate, *Noenia rimapalmata* Bate Westuo, *Balanus porcatus* da Costa, *Verruca strömia* (Müll.).

Würmer.

Lepidonotus squamatus (L.), *Polynoë cirrata* (Müll.), *Sigalion idunae* Rathke, *Nereis pelagica* L., *Nephthys caeca* (O. Fabr.), *Pectinaria auricoma* (Müll.), *Nemertes fragilis* (Dalyell).

Bryozoen.

Caberea ellisi (Flem.), *Membranipora pilosa* (L.), *Hornera violacea* Sars, *Hornera lichenoides* (L.).

Echinodermen.

Cucumaria pentactes (L.), *Echinocardium cordatum* (Penn.), *Echinocardium flavescens* (Müll.), *Echinus miliaris* P. L. S. Müll., *Pontaster te-*

muispinus D. K., *Astropecten irregularis* (Penn.), *Ophiothrix fragilis* (Müll.), *Ophiopholis ophiura* (O. Fabr.), *Amphiura filiformis* (Müll.), *Ophioglypha sarsi* (Lütk.), *Ophioglypha albida* (Forb.).

Coelenteraten.

Alcyonium digitatum L., *Halecium halecinum* (L.), *Clytia johnstoni* Ald., *Eudendrium ramcum* (Pall.), *Perigonismus repens* Wright, *Tubularia larynx* Ell., *Tubularia simplex* Ald.

Rhizopoden.

Polystomella striatopunctata (F. M.), *Rotalia beccarii* (L.), *Bulimina pupoides* Orb., *Nonionina asterizans* (F. M.), *Nonionina depressula* Walker Jacob, *Lagena marginata* (Walker Boys), *Lagena laevis* (Mont.).

Diese Übersicht von Thieren des tiefen Austerngrundes der südlichen Nordsee enthält sicherlich lange nicht alle daselbst wohnenden Arten; sie zeigt aber, dass die Fauna dort noch viel mannichfaltiger ist als auf der Helgolander Austernbank.

Die grosse, meistens ziemlich kreisrunde Form der nordatlantischen europäischen Auster (*Ostrea edulis* L.), welche sich in grösseren Tiefen der südlichen Nordsee und des Kanals la Manche ausbildet, hat Lamarck mit dem Speciesnamen *hippopus* belegt.[1] Seine Diagnose derselben lautet: »*Ostrea testa rotundata, magna, crassa; valva superiore plana; lamellis transversis creberrimis appressis.*« Hierzu bemerkt er: »*On la distingue constamment de la précédente, et on la mange aussi, mais elle est moins bonne.*«

Lamarck's Diagnose der Species *Ostrea edulis* L. heisst: »*Ostrea testa orato-rotundata, basi subattenuata; membranis imbricatis undulatis; valva superiore plana.* Hierzu bemerkt er noch: »*Les lames de sa valve inférieure forment des côtes rayonnantes interrompues.*«

Wer Gelegenheit hat, wie ich, Tausende von Austern aus allen verschiedenen Wohngebieten mit einander zu vergleichen, kann die Species *Ostrea hippopus* nicht anerkennen. Fast kreisrunde Schalen sind auf allen schleswigschen Bänken neben Schalen, die eine grössere Höhe als Länge haben, und im hohen Alter werden die Austern des Wattenmeeres ebenso dick, wie die alten Austern der offenen Nordsee, die sich durch weiter keine Merkmale von den Wattenmeeraustern unterscheiden, als durch ein breiteres Band und einen grösseren Umfang. Schalen mit gut erhaltenen Anwachslamellen kommen im flachen und im tiefen Wasser vor. Zwischen den kleineren Wattenmeeraustern und den grossen

[1] Histoire nat. des Animaux sans vertèbres. 2. Ed. VII, Mollusques. Paris 1836. p. 219.

Tiefseeaustern bilden die Austern der Helgolander Bank eine Übergangsform, der unter den schleswigschen Austern diejenigen am nächsten kommen, welche gegen die offene Nordsee hinaus auf den tieferen Bänken zwischen Föhr und dem Südende Sylts wachsen.

Die abweichenden morphologischen Eigenschaften, welche die Austernschalen in verschiedenen Wohngebieten annehmen, sind nicht die einzigen Kennzeichen verschiedener Richtungen der specifischen chemisch-physiologischen Arbeiten des Austernleibes. Den Austernfreunden ist wohl bekannt, dass die grossschaligen Austern aus den tieferen Theilen der Nordsee, welche die unterelbischen Seefischer auf den Markt bringen, lange nicht so gut schmecken, wie die »holsteinischen« Austern. Ihr Fleisch ist derb, der untere weisse Theil des Schliessmuskels oder »Stuhles« besteht aus sehr zähen Fasern; ihr Geschmack ist grob, der Nachgeschmack unangenehm scharf. Viel besser sind die nicht so tief wohnenden Helgolander Austern; ihr Fleisch ist weicher, ihr Geschmack angenehmer und milder. Die besten Austern der südöstlichen Nordsee sind jedoch die schleswigholsteinischen. Ihr Fleisch ist zart weich, der Geschmack eigenthümlich mild nussartig.

Vergleicht man die bekannten Eigenschaften der verschiedenen Austerngebiete der Nordsee unter einander, so ergeben sich folgende Unterschiede. Das Wasser der nur $0^{mm}3 - 7^{mm}8$ tief liegenden Austernbänke des Wattenmeeres wird durch Ebbe- und Fluthströmungen und durch Winde stärker bewegt als das 25^{m} tiefe Wasser der Helgolander Bank; am wenigsten bewegt ist es auf dem $34 - 42^{m}$ tiefen Austerngrunde. Auf den schleswigschen Bänken beträgt der Salzgehalt meistens 3 Procent, auf der Helgolander Bank wurde im August 3,25 Procent gefunden, auf dem tiefen Austerngrunde 3,4 Procent. Über die Temperatur des Wassers in allen Jahreszeiten sind wir nur bei den Sylter Bänken unterrichtet. Hier schwankt sie zwischen $+ 23°$ und $- 2°,4$ C. So grosse Temperaturschwankungen haben die Austern auf der Helgolander Bank und auf dem tiefen Austerngrunde nicht zu ertragen. Auf den Bänken des Wattenmeeres arbeiten die Gewebe des Austernleibes unter einem geringeren Wasserdruck als auf den tieferen Stellen der Nordsee. Auf einer 5^{m} tiefen Wattenmeerbank gleicht dieser dem Drucke einer halben Atmosphaere, auf der Helgolander Bank beträgt er $2^{1}/_{2}$ Atmosphaeren, auf dem tiefen Austerngrunde $3^{1}/_{2}$ bis 4 Atmosphaeren. Zu diesen verschiedenen physikalischen Eigenschaften der drei Austerngebiete kommen noch die bedeutenden Verschiedenheiten ihrer für die Ernährung der Austern wichtigen Faunen. Am mannigfaltigsten an Arten ist die Fauna des tiefsten Austerngrundes, am ärmsten die Fauna der flachen Wattenmeerbänke. Aber hier

treten einige wenige Arten, welche die Schwankungen der Temperatur und des Salzgehaltes und die starken Bewegungen des Wassers gut ertragen können, in grossen Mengen auf. In jedem der drei Austerngebiete wächst die junge Auster unter andern eigenthümlichen physikalischen und biologischen Lebensverhältnissen auf, ist sie Mitglied einer andern Lebensgemeinschaft oder Biocönose, die ihren specifischen Eigenschaften einen bestimmten andern Stempel aufdrückt.[1] Die Organe einer Thierspecies, welche sich in einer bestimmten Biocönose in eigenthümlicher Weise ausbilden, sind gewissermaassen mit einander verbundene zusammenarbeitende, äusserst empfindliche Instrumente, welche alle physikalischen und biologischen Einwirkungen gerade dieser Biocönose durch eine besondere morphologische und chemisch-physiologische Ausbildung der Form und Farbe, des Geruches und Geschmackes u. a. Merkmale der Individuen dauernd anzeigen. Auf den Geschmack und Geruch der Thiere und Pflanzen, welche uns Speisen und Getränke liefern, können äusserlich gering erscheinende biocönotische Eigenthümlichkeiten einen sehr wichtigen Einfluss ausüben. Wie sich die feinsten Gewächse einer Weingegend nur in gewissen bevorzugten Lagen ausbilden, während nicht fern davon nur geringere Sorten wachsen, so erlangen die schleswigholsteinischen Austern den feinsten nussartigen Wohlgeschmack nur auf denjenigen Bänken wo auch Seehandpolypen (*Alcyonium digitatum*) und Dreikantwürmer (*Pomatoceros triqueter*) gedeihen. Thiere welche auf den andern Austernbänken des Wattenmeeres nicht alle ihnen nöthigen biocönotischen Lebensbedingungen vereinigt finden.

8. Können an den deutschen Küsten Austern künstlich gezogen werden?

Die schleswig-holsteinischen Austern sind so vortrefflich und preiswürdig, dass ich mich seit 1868 ernstlich mit Studien, Überlegungen und Versuchen, sie an den deutschen Küsten künstlich zu vermehren beschäftigt habe.

Könnten wir die beweglichen Sandgründe unseres Wattenmeeres in festen Boden verwandeln und verhindern, dass sich darauf Schlickmassen ablagerten, so würden sich daselbst bald weit mehr neue Austernbänke bilden als wir schon haben. Austernbrut dafür würden die vorhandenen schleswigschen Bänke, die Austern der Helgolander Bank und des tiefen Austerngrundes reichlich liefern, und an Nahrung würde es den aufwachsenden Austern schwerlich fehlen, da in

[1] Den Begriff Biocönose habe ich im 10. Cap. meiner Schrift: Die Auster und die Austernwirthschaft, S. 72 aufgestellt und näher erläutert.

dem fluthenden und ebbenden Wasser überall todte organische Stoffe und zahlreiche kleine lebende Wesen schweben und schwimmen. Allein die furchtbare Gewalt der Sturmfluthen in der südöstlichen Bucht der Nordsee macht diese wünschenswerthe Umwandlung des Wattengrundes unausführbar.

Sollten aber nicht auf den Inseln innerhalb der Dünen oder hinter den hohen festen Deichen, welche die fruchtbaren Marschen gegen die Sturmfluthen schützen, Bassins angelegt werden können, worin sich Austernbrut einfangen und gross ziehen liesse?

Ich bin fest überzeugt, dass in solchen Bassins bei brutgünstiger Sommerwärme sich Scharen junger Austern niedersetzen würden, wenn man im Juni geschlechtsreife Austern von den Bänken hineinbrächte und neben ihnen, sobald die ersten Schwärmlinge erscheinen, reine Ansatzkörper: Ziegel, Austern- und andere Muschelschalen auslegte. Die Wassermassen dieser Bassins müssten aber sehr gross sein, damit die darin geborenen und zurückgehaltenen Millionen Schwärmlinge so viel Sauerstoff und Nahrung erhielten, wie sie zu ihrem ersten Gedeihen brauchen. Aber wenn diese Anfangsarbeit jeder künstlichen Austernzucht gelungen ist, dann kommen noch die weiteren, erst ihren Werth entscheidenden Arbeiten, durch welche die eingefangenen kleinen Ansatzaustern zu verkäuflichen Speiseaustern aufgezogen werden sollen.

Diese zarten Thiere gegen Austernfeinde zu schützen, Schlick und abgestorbene Thiere von ihnen zu entfernen, ehe sie sich so weit ausgebildet haben, dass sie als junger Anwachs auf die Bänke versetzt werden können, würde uns in kalten Wintern sehr schwer werden. Wie wir die natürlichen Biocönosen der Austernbänke nicht bleibend umzuwandeln vermögen, so können wir auch keine brutgünstige Sommerwärme und keine milden Winter für Zuchtbassins schaffen und müssen daher bei den Kostenanschlägen für die Einrichtungen zur künstlichen Brutaufzucht die Misserfolge mit in Rechnung bringen, welche in kühlen Sommern und in kalten Wintern die Erträge der künstlichen Austernzucht an unsern Küsten weit mehr herabmindern werden, als an den milderen Küsten von Frankreich, Holland und England. Aber bei den jetzigen hohen Preisen guter Austern wird vielleicht auch eine deutsche künstliche Austernzucht doch noch Gewinn bringen.

Ansprache an Hrn. Emil du Bois-Reymond zur Feier seines fünfzigjährigen Doctorjubilaeums am 11. Februar 1893.

Hochgeehrter Herr College,

Auch die Königliche Akademie der Wissenschaften bringt Ihnen heut altem Brauche der gelehrten Körperschaften gemäss zu Ihrem fünfzigjährigen Doctorjubilaeum ihre wärmsten Glückwünsche und den Ausdruck dankbarer Anerkennung dar für das, was Sie ihr selbst seit 42 Jahren als Mitglied, und seit 26 Jahren als beständiger Secretar geleistet, wie für das was Sie zur Förderung der Wissenschaft durchgeführt haben.

Obgleich Sie selbst in einer Ihrer Festreden vor uns der Sitte fünfzigjähriger und hundertjähriger Gedächtnissfeiern mit einiger Ironie gedachten, indem Sie dieselbe darauf zurückführten, dass der Mensch im Besitz von zwei Händen und zehn Fingern sei, und obgleich in Ihrem eigenen Leben die spät nachgesuchte Doctorpromotion, welche für andere studirende Jünglinge die Bedeutung einer wissenschaftlichen Mündigsprechung hat oder wenigstens haben sollte, kaum einen erheblichen Abschnitt kennzeichnet, da Ihre wissenschaftliche Mündigkeit damals schon durch Entdeckungen von grösstem Gewicht allen Sachverständigen vor Augen gelegt war: so halten wir an dem alten Brauche fest, weil wir ihm noch immer eine schöne und wohlthätige Seite zuschreiben müssen. Diese sehen wir darin, dass überhaupt ein solcher festlicher Tag gegeben ist, wo sich Alle, die zu dem Jubilar geistige oder freundschaftliche Beziehungen haben, vereinigen dürfen, um ihm frischweg ihre Dankbarkeit und ihre Hochachtung auszusprechen, jeder nach seiner Weise, auch auf die Gefahr hin, dass die Lobeserhebungen dem Gefeierten im Augenblicke mehr Beklemmung als Freude machen. Wir dürfen hoffen, dass er ihrer schliesslich doch froh wird, da es keinem Forscher gleichgültig sein kann, ob die Saat, die er ausgestreut hat, auf fruchtbaren Boden gefallen ist und günstiges Empfängniss gefunden hat.

In der That ist ja auch die fünfzigjährige Frist des Doctorjubilaeums der mittleren Dauer des menschlichen Lebens gegenüber schon

etwas hoch gegriffen, da sie von der Mehrzahl der Männer, die ein Anrecht auf die Dankbarkeit der Nation gehabt haben würden, leider nicht mehr erreicht wird. Um so mehr Grund haben wir nicht nur demjenigen, der selbst in das Jubelalter getreten ist, Glück zu wünschen, sondern ebenso uns selbst, seinen Zeitgenossen, dass er uns des erhebenden Eindrucks froh werden lässt, den die Vereinigung glücklicher angeborener Fähigkeiten mit der reifen Sammlung innerer und äusserer Erfahrungen, wie sie nur durch ein langes Leben gewonnen werden kann, in uns erregt. Durch die offene Darlegung unserer Freude aber dürfen wir hoffen sowohl dem Jubilar den besten Dank entgegen zu bringen, den wir ihm gewähren können, indem wir in ihm die Überzeugung lebendig zu machen suchen, dass er für die Ewigkeit gearbeitet habe: andererseits lehren wir den Jüngeren an seinem Beispiele, dass ideale Ziele schon in diesem Leben erreichbar sind, wenn man die rechte Arbeit dafür einsetzt, und dass sie auch auf dieser Erde schon den edelsten Lohn finden.

Als Sie, verehrter College, Ihre wissenschaftliche Laufbahn begannen, traten Sie in eine Periode regster Entwickelung für die Naturwissenschaften im allgemeinen, wie für Ihre Lieblingswissenschaft die Physiologie insbesondere ein. Ja wir irren wohl nicht, wenn wir annehmen, dass die Physiologie Sie besonders anlockte, weil in ihr der Kampf der Principien noch am lebhaftesten, der Sieg am entscheidensten und am ruhmvollsten erschien. Unserer rasch lebenden Zeit ist die Erinnerung an die damals kämpfenden Gegensätze fast verschwunden. Die Jüngeren, aufgewachsen im sichern Vertrauen auf die Zuverlässigkeit der naturwissenschaftlichen Methode, und daran gewöhnt sie überall erfolgreich zu sehen, werden kaum noch verstehen, dass man ihr einst mit grundsätzlichen Zweifeln entgegentreten konnte, und dass durch Jahrtausende die Gegner in der Majorität waren. Sie selbst sind mit sicherm Instinct der später siegreichen Fahne der strengen Wissenschaft gefolgt, die Ihnen von Ihrem grossen Lehrer Johannes Müller, dem Physiologen, vorangetragen wurde, von ihm, der selbst erst nach langem Kampfe und Zweifel sich zur Klarheit über das richtige Ziel durchgerungen hatte, und von dessen Leben Sie uns ein so schönes und lebenswarmes Bild hinterlassen haben. Schon vor ihm hatte eine Reihe bedeutender Vorgänger sich bemüht, die Physiologie als reine Naturwissenschaft zu behandeln, und hatte einzelne Erfolge gehabt. Aber sie sind immer wieder bald vergessen worden. Johannes Müller hat nicht mehr selbst den vollen Sieg erlebt, aber ihm gelang es seine Überzeugung auf eine Reihe begeisterter Schüler zu übertragen, welche sein Werk weiterführten, und so zahlreiche und bedeutsame Beispiele für die feste Gesetzlichkeit

auch in den Vorgängen des organischen Lebens nachwiesen, dass zunächst in Deutschland und allmählich auch in den übrigen Nationen Europas die Physiologie ihre anerkannten rein wissenschaftlichen Grundlagen fand.

Da nach einem solchen Kampfe der Überzeugungen der Sieg um so vollständiger anzusehen ist, je schneller die nachfolgenden Geschlechter selbst die Nothwendigkeit des Kampfes vergessen, so erlauben wir uns als Zeugen für Ihre Leistungen zwei der competentesten Zeitgenossen jenes Kampfes nämlich Alexander von Humboldt und Johannes Müller aufzurufen, welche unter dem 28. October 1850 Sie, den verhältnissmässig jungen 32jährigen Mann, zur Aufnahme unter die ordentlichen Mitglieder der Akademie empfahlen, und ihren Antrag so motivirten:

»Seine Arbeiten über die thierische Elektricität, die er seit zehn Jahren unausgesetzt verfolgt, haben ihn an die Spitze dieses Theils der organischen Physik gestellt. Schon im Jahre 1843 war es ihm gelungen, den Muskelstrom an den Elementen der Muskeln selbst nachzuweisen, den allgemeinen Ausdruck für den Muskelstrom aufzufinden und den elektrischen Strom der Nerven unter gleichen Bedingungen, wie an den Muskelbündeln zu entdecken. In seinen Untersuchungen über die thierische Elektricität, wovon dermalen die ersten beiden Bände vorliegen, hat er den ganzen innern Zusammenhang zwischen den beobachteten elektrischen Erscheinungen an den Muskeln und Nerven mit bewunderungswürdiger Genauigkeit und Klarheit, und mit einer Feinheit und Sicherheit der experimentirenden Methode dargelegt, welche die bisher auf diesem Felde erschienenen Arbeiten weit hinter sich lassen, und diese verborgenen Erscheinungen des thierischen Körpers der messenden Physik und der Berechnung zugänglich gemacht haben. Die Erfolge dieser Arbeiten giengen zuerst davon aus, dass er nicht an zusammengesetzten Massen sondern an den Elementen der Gewebe zu experimentiren gelehrt hat. Sie wurden unterstützt durch die scharfsichtige Kritik, womit er die Erscheinungen und Beobachtungen zergliedert, und führten folgerecht zu wichtigen neuen Entdeckungen. Dieselbige Vollendung, welche sich in dem ruhigen und umsichtigen Gange der Untersuchung, in der Herstellung der dazu nöthigen Instrumente, in der Vermeidung der Quellen des Irrthums, in der Zurückführung der Thatsachen auf allgemeine Gesetze findet, zeigt sich in der sorgfältigsten gelehrten Behandlung und Darstellung des Gegenstandes. Wenn es ihm schon gelungen ist, den innern Zusammenhang zwischen den Erscheinungen des Froschstroms und des Muskelstroms, denjenigen des Tetanus, der sogenannten inducirten Zuckungen und vieler anderer elektrischer Er-

scheinungen an den Muskeln nachzuweisen, wenn er die Erscheinungen an den Nerven in gleicher Vollständigkeit zergliedert, und hier nicht minder eine Fülle elementarer Phaenomene als Basis des weitern Ganges seiner Arbeiten beigebracht hat, und wenn ihn die Einsicht in die Ordnung und Gliederung der Erscheinungen zu der wichtigen Entdeckung der Wirkung der willkürlichen Bewegung des Menschen auf die Magnetnadel geführt hat, so lassen sich von der Fortsetzung dieser Arbeiten demnächst auch die weiteren Schritte zur Theorie der Muskelbewegung und der Nervenwirkung überhaupt erwarten, wenigstens kann es keinem Zweifel unterliegen, dass sie allein in der Verfolgung des von DU BOIS-REYMOND eingeschlagenen und eröffneten Weges liegen.«

Diese Voraussagen haben sich in reichem Maasse erfüllt. Wir erfuhren durch Sie zuerst, dass das räthselhafte Agens, welches in den Nerven als Träger aller Empfindungs- und Bewegungsanstösse dienend das menschliche Seelenleben erst möglich macht, in nothwendiger Verbindung mit elektrischen Strömen in feuchten Leitern, das heisst mit chemischen Bewegungen wägbarer Substanzen steht. Sie haben zuerst die Mittel gefunden, um den Zustand der Erregung auch an isolirten Nervenfäden zu erkennen, und ihre centripetale wie centrifugale Fortpflanzung zu verfolgen, unter sorgfältiger Scheidung der fortgeleiteten Erregung von der des elektrotonischen Zustandes, dessen physiologische Bedeutung, Änderung der Erregbarkeit, später von Ihren Schülern gefunden wurde. Dadurch haben Sie eine grosse Sicherheit in die Methoden der Nervenerregung gebracht. Immer wieder zurückkehrend zu den elektrischen Fischen endlich haben Sie die höchst merkwürdige und bedeutsame Analogie der elektrischen Organe mit den Muskeln in das Licht gesetzt.

Sie blieben nicht allein in Ihrem Kampfe für die wissenschaftlichen Grundlagen der Physiologie, aber auch Ihre mitkämpfenden Freunde haben immer anerkannt, dass Sie es waren, der unter ihnen allen die strengsten Anforderungen an sich selbst und an die Zuverlässigkeit der als Beweismittel vorgeführten Thatsachen gestellt hat, und am unermüdlichsten und erfindungsreichsten in der Aufsuchung neuer Versuchsmethoden war.

An den umfassenden Aufgaben der Nervenphysiologie haben Sie unablässig weiter gearbeitet in aller freien Zeit, welche Ihnen gewährt war. Aber freilich ist im modernen Staate freie Zeit den ausgezeichnetsten Männern am sparsamsten zugemessen. Langathmige wissenschaftliche Untersuchungen werden um so undurchführbarer, je berühmter ihr Autor geworden ist. Auch hier ist dafür gesorgt, dass die Bäume nicht in den Himmel wachsen. So sind auch Sie allmählich mehr in eine andere Richtung geistiger Thätigkeit gedrängt

worden. Glücklicherweise öffnete sich Ihrer vielseitigen Begabung eine solche, wohin Sie dem äussern Zwange gern folgen durften, und neuen Dank der gebildeten Kreise der Nation gewannen.

Die Überbrückung der grossen Kluft, welche leider noch immer den Gesichtskreis der philosopisch-historisch gebildeten Kreise unserer Nation, wie des ganzen civilisirten Europa von dem der naturwissenschaftlich und mathematisch Gebildeten trennt, ist unzweifelhaft eine Aufgabe, würdig eines Geistes, der den höchsten Zielen der Menschheit nachstrebt. Beide Kreise verstehen sich gegenseitig kaum in Bezug auf die Interessen ihres Denkens und Strebens. Unverkennbar liegt darin eines der grössten Hindernisse für ein gedeihliches Zusammenwirken und für eine harmonische Fortentwickelung unseres Geschlechts. Sie selbst haben ein tiefes Gefühl für diese Lücke gehabt, und sind von jeher bereit gewesen, Ihre Arbeitskraft und Ihr grosses Talent für Formenschönheit der Rede jener Aufgabe dienstbar zu machen. Seit mehr als dreissig Jahren haben Sie die Studirenden gefesselt durch Ihre Vorlesungen über allgemeine Resultate der Naturwissenschaften. An eine reifere Zuhörerschaft wendeten sich Ihre Festreden in der Akademie, welche Sie zu mustergültigen Beispielen rednerischer Darstellung von meistens naturwissenschaftlichen Themen durchgebildet haben. Die Rede zum Gedächtnisse Ihres grossen Lehrers bildete den ruhmvollen Anfang dieser Reihe, ein schönes Denkmal der Pietät.

Indem wir Ihnen unsere dankbare Bewunderung so zahlreicher und so wichtiger Leistungen aussprechen, ist es natürlich, dass wir den innigen Wunsch hegen, es möge Ihr heutiges Jubilaeum zwar als ein zu freudiger Umschau geeigneter Ruhepunkt auf Ihrem Lebenswege sich erweisen, aber Ihnen noch eine lange Fortsetzung Ihres Lebens und Ihrer Arbeit gestattet sein unter Bewahrung der geistigen Energie, mit der Sie bisher die Ihnen in den Weg gestellten äusserlichen Hindernisse überwunden haben, zum Ruhme unserer Akademie, unseres Vaterlandes und der strengen Wissenschaft.

Die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften.

Ausgegeben am 23. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1893.
IX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

23. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen (i. V.).

1. Hr. Diels las über das physikalische System des Straton.
2. Hr. Zeller las über eine Berührung des jüngeren Cynismus mit dem Christenthum.

Beide Mittheilungen folgen umstehend.

Über das physikalische System des Straton.

Von H. Diels.

Die griechische Medicin hat sich als Wissenschaft erst vom Anfange des fünften Jahrhunderts an auszubilden begonnen, also etwa ein Jahrhundert später als die Philosophie, und auch in der Folgezeit ist die jüngere Schwester in der Regel erst behutsamen Schrittes der älteren nachgefolgt. Aber es fehlt von Anfang an nicht an gegenseitiger Anregung und Durchdringung, zumal ja der Name Physik, mit dem die Philosophie in den beiden ersten Jahrhunderten bezeichnet wurde, die Wissenschaft im ganzen Umfange begriff. Daher musste die doxographische Darstellung der griechischen Philosophie gewiss schon bei Theophrast, sicher in den späteren Beschreibungen einen beträchtlichen Raum Dingen widmen, die wir lediglich der Medicin zuweisen. In der Placita-Sammlung des Aëtios ist ein Theil des vierten und fast das ganze fünfte Buch speciell physiologischen Fragen gewidmet. Neben den Philosophen, die früh und mit Eifer auf diese Probleme eingegangen sind, erscheinen daher in dieser doxographischen Überlieferung auch die Namen der hervorragenden Ärzte von dem Krotoniaten Alkmaion an bis herab auf den Stifter der methodischen Sekte Asklepiades von Prusa, der im Anfang des ersten Jahrhunderts v. Chr. blühte.[1] In der folgenden Generation treffen wir auf einen Asklepiadeer Alexander Philalethes, bei dem uns doxographische Übersichten über medicinische Probleme[2] und derselbe Titel Περὶ ἀρεσκόντων[3] entgegentritt, den des Aëtios etwa anderthalb Jahrhunderte später abgeschlossene Dogmen-Sammlung trägt. Der Parallelismus der medicinischen und philosophischen Doxographie erschien mir schon bei Beginn meiner Arbeiten auf diesem Felde bemerkenswerth, namentlich

[1] Hillscher's Annahme zweier Homonyme (Jahrb. f. cl. Phil. Suppl. XVIII, 1891; 389) beruht auf überscharfer Interpretation der Cicero- und Plinius-stellen und empfiehlt sich deswegen nicht, weil der nach seiner Meinung jüngere Asklepiades bereits im Tubero des Varro (s. Doxogr. 201) in einer aus griechischer Quelle geflossenen Übersicht erscheint (Censorin 12,4 vergl. mit 9,1).

[2] Theodorus Priscianus p. 315[v] (*Medici antiqui* Ald. 1547) *in libro primo de semine.*

[3] Galen. VIII 726 (ed. Kühn) ἐν τῷ ε τῶν Ἀρεσκόντων.

insofern in unserer philosophischen Sammlung mit einer zufälligen Ausnahme die Reihe der Ärzte wie der Philosophen nur bis zur Ciceronischen Zeit fortgeführt erscheint. Hier muss also den Strom der Überlieferung ein Sammelbecken aufgenommen haben, das ich mit dem Namen Vetusta Placita belegt habe, jetzt aber genauer als Posidonianische Ἀρέσκοντα (d. h. als Sammlung eines Posidonianers) bezeichnen würde. Diesem Stadium der Tradition entsprechen auf der medicinischen Seite die Ἀρέσκοντα des Alexander Philalethes. Die nächste Stufe bilden dann unter Trajan die philosophischen Ἀρέσκοντα des Aëtios und auf medicinischer Seite die doxographischen Excerpte des Soran,[1] der mit seiner umfassenden philosophischen Bildung natürlich auch der historischen Seite seiner Wissenschaft die gebührende Beachtung geschenkt hatte.[2] Dann kommt alles umfassend und zusammenfassend das Werk des Galen, das bisher fast die einzige Quelle für die Geschichte der Medicin bildete und uns auch den Namen der ältesten und grundlegenden medicinischen Dogmensammlung enthüllt, welche den Φυσικῶν δόξαι des Theophrastos für das philosophische Gebiet entspricht. In einer Polemik gegen Sabinos über Xenophanes verweist Galen seinen Gegner auf jenes Werk des Theophrastos und fährt dann fort (XV 25): »Wenn du dagegen die Ansichten der alten Ärzte kennen lernen willst, so schlage die Bücher der ärztlichen Sammlung (τῆς Ἰατρικῆς συναγωγῆς βίβλους) auf, die den Namen des Aristoteles tragen, eingestandenermassen aber von seinem

---

[1] Doxograph. S. 207, wo ich für das Capitel περὶ τοῦ ἡγεμονικοῦ auch auf die Übersetzung des Soran bei Caelius Aurelianus morb. acut. I 8 (I p. 24 Haller) hätte hinweisen sollen. Die Doxogr. 208 angeregte Arbeit über die Etymologieen des Soran ist von P. Voigt *Sorani lib. de etymologiis* Greifsw. 1882 und L. Scheele *de Sorano medico etymologo* Argent. 1884 ausgeführt worden.

[2] Da der Übersetzer seines Hauptwerks Περὶ ὀξέων καὶ χρονίων παθῶν Caelius Aurelianus von dem historischen Ballast, insofern er sich nicht auf die Therapie bezieht, in der Regel absieht, so ist die Διάγνωσις περὶ τῶν ἕξεων [l. ὀξέων] καὶ χρονίων νοσημάτων, von der Hr. R. Fuchs jüngst aus einer Pariser Hds. Abschrift genommen und mir freundlichst Einsicht gestattet hat, eine höchst erwünschte Ergänzung unseres Materials. Denn hier wird gerade das Doxographische besonders herausgehoben und namentlich für Erasistratos, Diokles, Praxagoras eine Fülle neuer Placita gewonnen. Den Beweis, dass diese Excerpte wirklich auf Soran zurückgehen, hoffe ich führen zu können, glaube aber vorher die Veröffentlichung dieses Anecdoton durch den glücklichen Entdecker abwarten zu sollen.

Das »Anecdoton« Venetum, das ich in den Doxogr. S. 233 herausgab, habe ich später mit Pseudogalen Ὅροι ἰατρικοί (XIX 449—454 Kühn) identificiren können. Es in die doxographische Überlieferung einzureihen, erweist sich auch jetzt noch als zutreffend, da sich jene Ὅροι (an deren Echtheit bereits der Scholiast zu Oribasius IV 536,1 ed. Daremberg zweifelt) zum guten Theil auf den etwa 100 Jahre vor Galen lebenden Pneumatiker Athenaios Attaleus zurückführen lassen (Val. Rose *Anecd. gr. et graecolat.* II 170), der auch sonst doxographische Interessen zeigt. Eine Sammlung der ziemlich zahlreichen Fragmente des Athenaios wäre erwünscht.

Schüler Menon verfasst sind. Darum nennen sie auch einige Μενώνεια. Offenbar hat jener Menon die zu seiner Zeit noch erhaltene Litteratur der alten Ärzte genau untersucht und ihre Ansichten daraus gesammelt. Freilich die Dogmen, die in den gänzlich verlorenen oder zwar erhaltenen, ihm aber unbekannt gebliebenen[1] Schriften niedergelegt waren, konnte er nicht niederschreiben.«

Soweit konnte ich früher die Parallelüberlieferung der doxographischen Litteratur verfolgen. Weiteren kühneren Vermuthungen, wie sie wohl ausgesprochen wurden, wagte ich damals mich nicht anzuschliessen. Ich schloss mit der Resignation Seneca's *Plus scire velle quam sit satis intemperantiae genus est* (Ep. 88, 36). Ich hätte ein anderes Wort desselben Philosophen richtiger citiren können: *Veniet tempus, quo ista quae nunc latent in lucem dies extrahat* (Nat. quaest. VII 25, 4). Denn in der That hat Hr. F. G. Kenyon, der glückliche Entzifferer der aristotelischen Πολιτεία umfangreiche und werthvolle Fragmente auch der aristotelischen, richtiger menonischen Συναγωγὴ ἰατρικὴ in der mit zahlreichen Citaten aus »Aristoteles« geschmückten Compilation des vor Kurzem in das Britische Museum gelangten aegyptischen Papyrus N. 138 erkannt. Er hat eine vorläufige Beschreibung der Handschrift und kurze Proben daraus in der *Classical Review* (Juni 1892, S. 237 ff.) gegeben. Danach gleicht die Schrift in Art und Alter der Cursive der Ἀθηναίων πολιτεία und scheint so wie diese in den Anfang des 2. Jahrhunderts zu gehören. Der letzte bis jetzt erkannte Name ist Alexander Philalethes, dessen häufiges Auftreten in dieser doxographischen Schrift, gewöhnlich in Verbindung mit seinem Lehrer Asklepiades (die anderen Namen sind alle viel älter), nach dem oben dargelegten Charakter dieser Überlieferung einen wichtigen Fingerzeig geben musste. Ich sah hier die Möglichkeit, die früher aus Mangel an Material fallen gelassenen Studien wieder aufzunehmen, und da eine baldige Publication des interessanten aber sehr stark beschädigten Papyrus von Seiten der Verwaltung des Britischen Museums nicht in Aussicht stand, so wandte ich mich um nähere Auskunft an Hrn. Kenyon, der mir nicht nur seine Abschrift zur Einsicht sandte, sondern mir auch bereitwilligst die Erlaubniss des principal librarian Hrn. E. Maunde Thompson zur Veröffentlichung erwirkte.[2] Ich erkannte aber bald, dass die schwierigen Untersuchungen über die lange Reihe alter Ärzte von Euryphon, dem Vorgänger des Hippokrates, bis auf den bekannten Menekrates mit dem Beinamen Zeus, den Zeitgenossen

[1] Ich lese statt Σεωχθέντων vorläufig γνωριστθέντων.

[2] Ich bin beiden Herren für ihre entgegenkommende Liebenswürdigkeit, Hrn. Kenyon insbesondere für seine unermüdliche Bereitwilligkeit, meine Arbeit in jeder Weise zu fördern, zu lebhaftestem Danke verpflichtet.

Philipp's herab, zumal bei der schlechten Erhaltung der Hds. Hand in Hand gehen mussten mit der Restitution des ganzen Buches. Denn ein Herausheben einzelner Fragmente würde ein ganz falsches Licht geben und vor allen Dingen den Mitforschern die Controle entziehen, die bei diesen wichtigen, aber ungemein verwickelten Fragen unerlässlich ist. Da die beabsichtigte Veröffentlichung des revidirten Textes des Papyrus, die meinen Untersuchungen über die darin behandelten älteren Ärzte zur Seite treten soll, aus äusseren Umständen eine Verzögerung erfahren hat, so kann ich diese Bearbeitung des neuen Materiales, das in ungeahnter Fülle neue Namen und Dogmen bringt, einige alte Fragen löst und viele neue stellt, diesmal noch nicht vorlegen. Statt dessen möchte ich ein Problem behandeln, das durch den neuen Fund zwar angeregt worden ist, aber auch mit dem bisher bekannten Materiale im Wesentlichen erledigt werden kann.

Im Anfange der hellenistischen Zeit tauchen zwei bedeutende Systeme der Medicin auf, das des Erasistratos und des Herophilos, welche neben Hippokrates bis in die Zeit Galen's und weiterhin die Wissenschaft beherrscht haben. So ist es verständlich, dass der unbekannte Verfasser des neugefundenen Handbuches die kritische Besprechung des zweiten, systematischen Theiles an die Ansichten dieser beiden Koryphaeen anknüpft, dem dann als dritter Asklepiades hinzugefügt wird. Das entspricht auch ganz der Weise des Soran nicht minder als des Galen. Bei Erasistratos erweckte nun besonders ein Paradoxon den Widerspruch Galen's, das auch bei dem Londoner Compilator einer besonders eingehenden Widerlegung gewürdigt worden ist, seine eigenthümliche Respirationstheorie. In der Generation vor Erasistratos gegen Ende des 4. Jahrhunderts hatte Praxagoras von Kos zugleich mit seiner verdienstlichen Unterscheidung der Arterien und Venen auch die wunderliche Hypothese, dass die Arterien nicht mit Blut, sondern mit Luft (πνεῦμα) erfüllt seien, zur Geltung zu bringen gewusst. Diese Theorie wird einigermaassen verständlich, wenn man sich erinnert, dass die Arterien in der That nach dem Tode sich zusammenziehen, ihr Blut an Venen und Herz abgeben und dann in Folge ihrer starken, elastischen Wandungen (ἀσύμπτωτοι nennt sie treffend der Londoner Anonymus) wieder die frühere Gestalt annehmen, indem sie sich mit den aus den Blutresten entstehenden Gasen (πνεύματα) füllen. Von diesem Hergange hatten nun freilich die Alten keine richtige Vorstellung. Sie sahen nur den Thatbestand, wenn sie zufällig die Arterie einer Leiche untersuchen konnten. Vivisectionen wurden ja erst im dritten Jahrhundert, und soviel wir wissen, nur in Alexandrien vorgenommen, wo selbst zu Galen's Zeit allein anatomische Praeparate beim Unterricht verwendet wurden. Experimente an Thieren, wie sie Galen

den Erasistrateern seiner Zeit vormachte, um sie von ihrem Grundirrthum zu überzeugen,[1] scheinen damals kein rechtes Resultat ergeben, ja gerade dem Irrthum neue Nahrung zugeführt zu haben.[2] Denn wenn der Anatom mit einem festen Dogma an die Section herantritt, so findet er natürlich und sieht, was er wünscht. So begreift es sich, wie die Irrlehre sich einfressen konnte. Erasistratos verkannte nicht, dass die pneumatische Theorie des Praxagoras den Augenschein wider sich habe. Er wusste wohl, dass, wenn man bei einem Lebenden eine Arterie aufschnitt, Blut daraus hervorsprang und nicht Pneuma. Aber er wusste diesem Phaenomen durch eine scharfsinnig erdachte Theorie zu begegnen. Ihm war bekannt, dass das Arteriensystem mit dem Venensystem durch Klappen verbunden sei, er liess aber die blutgefüllten Venen mit den luftgefüllten Arterien nur dann communiciren, wenn Krankheit (Gal. III 493) oder äussere Verletzung der Arterien die Klappen (συναναστομώσεις) öffne und das Eintreten des Blutes in die Arterien veranlasse.[3] Wenn ein Stich oder Schnitt in die Arterien dem Pneuma den Austritt gestattet, so tritt dieses im Nu aus, die Schlagadern werden entleert oder vielmehr, da ein continuirliches Vacuum (ἄῤῥους κενὸς τόπος) undenkbar ist, sie füllen sich durch den unmittelbaren Anschluss (ἀκολουθία) des aus den Venen übertretenden Blutes sofort mit der neuen Flüssigkeit an, die dann unmittelbar hinter dem Pneuma her durch die Öffnung der Wunde ausströmt. Galen bezeugt es uns ausdrücklich (II 99 u. a. a. St.), dass diese Theorie auf physikalischer Grundlage, auf dem ἄῤῥους κενὸς τόπος, wie man damals, auf dem *horror vacui*, wie man vor Torricelli sagte, beruhe. Der leere Raum komme in der sichtbaren Welt (αἰσθητόν) nur im feinstvertheilten (discontinuirlichen) Zustande vor (κατὰ διαχὺ παρέσπαρται τοῖς σώμασιν[4]) aber niemals als Continuum (ἄῤῥουν). Der Londoner Compilator, der sich in ausführlicher und theilweise treffender Kritik mit dieser κεκομψευμένη δόξα des Erasistratos beschäftigt (col. 27 ff.), bestätigt durchaus die physikalische Grundlage des Systems, und indem hier der Terminus κενὸς ἄῤῥους τόπος an drei Stellen (col. 28, 6. 33. 38)

[1] Er schildert das nicht ohne Selbstgefälligkeit, aber sehr ergötzlich De anatomicis administrationibus VII (II 642 ff. K.).

[2] Erasistratos' Section von jungen Ziegen mit wunderlichem Resultate erwähnt Galen II 648 f. IV 718.

[3] Galen IV 709 καὶ διὰ τοῦτο ἐξ ἀνάγκης ἕπεται τὸ διὰ τῶν συναναστομώσεων, ὡς αὐτός φησιν, αἷμα τῇ πρὸς τὸ κενούμενον ἀκολουθίᾳ. II 99 μὴ δυναμένης γενέσθαι τῆς πρὸς τὸ κενούμενον ἀκολουθίας. XI 324 τὴν ἑλκτικὴν (δύναμιν) οὐκ οἶδεν Ἐρασίστρατος οὐδαμόθεν τῶν ἑαυτοῦ συγγραμμάτων, ἀλλὰ τῇ πρὸς τὸ κενούμενον ἀκολουθίᾳ ἀντ' αὐτῆς χρῆται. Weiteres Material für Erasistratos' Anschauung bei R. Fuchs *Erasistratea*. (I. Theil als Berliner Dissertation erschienen. Leipzig, G. Fock 1892) S. 21.

[4] Galen IV 474. Synonym mit παρεσπάρθαι ist παραπεπλέχθαι an anderen Stellen gebraucht. Vergl. auch περὶ τῆς τοῦ κενοῦ παραπλοκῆς IV 475.

in das Schlagwort κενὸς ἀέρος verkürzt erscheint, beweist er, wie bei den Erasistrateern sich dieses physikalische Axiom allmählich zum feststehenden Dogma verhärtet hat.

Es bedarf nur geringen Nachdenkens, um einzusehen, dass Erasistratos diese Theorie der praxagoreischen Pneumalehre nicht selbst von den Elementen aus aufgebaut, sondern dass er hierzu ein philosophisches System seiner Zeit herangezogen hat. Die Überlieferung der Erasistrateer selbst setzt ihren Meister mit dem Peripatos in Verbindung.[1] Einmal ist er als Schüler des Arztes Metrodoros, des dritten Gemahles der Tochter des Aristoteles, nothwendigerweise mit dem peripatetischen Kreise in persönliche Berührung gekommen.[2] Andererseits weiss die biographische Tradition, dass Erasistratos die Schule des Theophrast besucht habe.[3] Aber Galen, der als Dogmatiker darüber ergrimmt ist, dass man einem Manne wie Erasistratos, der dem Hippokrates (und somit nach Galen's Auffassung auch der akademisch-peripatetischen Schule) in's Gesicht geschlagen hat, eine solche εὐγένεια andichte (II 90), weist ausführlich nach, dass er weder mit Aristoteles noch mit Theophrast das mindeste zu thun habe. Nur in einem Punkte, in der Anerkennung der Natur verrathe er peripatetische Anschauung, aber auch nur in der Theorie, dagegen in praxi sei er auch diesem Axiom untreu geworden.[4] Galen's Nachweis ist richtig. Es lässt sich an unserem Probleme sogar noch schlagender erweisen als in den von ihm beigebrachten Punkten.

Aristoteles hat bekanntlich den leeren Raum wie die Atome, d. h. also die Grundlage der mechanischen Naturerklärung geleugnet. Erasistratos aber verwirft das Leere nicht unbedingt, sondern nur das continuirliche (κενὸν ἀέρου). Dagegen nahm er wohl ein discontinuirliches Vacuum, das die einzelnen Theilchen der Körper trenne, an. Diese Theorie stellt sich als ein Compromiss dar zwischen Aristoteles und Demokrit, von dem Theophrast noch weit entfernt war.

Ehe wir nun nach dem wirklichen Urheber dieser aristotelisch-demokritischen Theorie Umschau halten, dürfen wir einen kurzen Umweg durch die alexandrinische Mechanik nicht scheuen. Heron von Alexandreia, der in ungewisser Zeit[5] die Μηχανικὴ σύνταξις des Philon

[1] Galen II 88: Die Erasistrateer behaupten ὁμιληκέναι τοῖς ἐκ τοῦ Περιπάτου φιλοσόφοις.

[2] Sextus Emp. adv. math. I 258 (vergl. Susemihl Alex. Litteraturg. I 782 30).

[3] Galen IV 729 (als Bericht der Erasistrateer) ὑπὸ Θεοφράστῳ συνεγένετο; Laert. V 57 (angeflickt an das Testament Theophrast's) ἀκοῦται δ' αὐτοῦ καὶ Ἐρασίστρατον τὸν ἰατρὸν εἶσιν οἱ λέγουσι. καὶ εἰκός.

[4] II 91. 78. 102. Vergl. R. Fuchs a. O. S. 11.

[5] Jedenfalls nach Archimedes, den er citirt, aber wohl erst in römischer Zeit wegen der Verwendung der lateinischen Termini. So ἀσπιδίσκιον (Ventil) Pneum. p. 165. 5

bearbeitet hat, der seinerseits wieder von dem unter Philadelphos lebenden Ktesibios abhängig ist, hat uns ein Werk über Apparate hinterlassen, die auf dem Princip des Luft- oder Wasserdruckes beruhen. Diese Pneumatika verrathen lediglich das Interesse des praktischen Mechanikers an der Construction seiner Druck- und Saugwerke. Theoretische Bildung besitzt der Mann kaum, und seine sarkastische Bemerkung, ein winziger Theil der Mechanik, der Geschützbau, trage mehr zum Weltfrieden, zur *ἀταραξία* bei, als alles Gerede der Philosophen darüber (Belop. Einl. S. 71 f. W.), lässt erkennen, dass Heron von philosophischer Speculation weit entfernt ist.[1] Trotzdem hat er es für schicklich gehalten, seiner Pneumatik eine durchaus wissenschaftlich gehaltene Vorrede über das Vacuum vorauszuschicken, deren Gedankengang etwa folgender ist:[2] Die einen verwerfen das Vacuum völlig, die anderen leugnen zwar ein continuirliches Vacuum (*ἀθροῦν κενόν*), nehmen aber seine minimale Vertheilung in den Körpern an (*παρεσπαρμένον κατὰ μικρὰ μόρια*). So enthalten die leeren Gefässe kein Vacuum, sondern Luft. Beweis das Experiment: Ein Becher umgestülpt in's Wasser gedrückt bleibt inwendig trocken. Durchbohrt man ihn aber oben, so strömt die Luft heraus und das Wasser hinein. Bewegte Luft nennt man Pneuma. Hält man die Hand an jenes Loch, so spürt man die verdrängte Luft als Pneuma. Wie die Sandkörner Luft zwischen sich enthalten, so enthalten die Molekeln der Luft selbst Leeres zwischen sich. Daher die Elasticität, daher der horror vacui. Erstes Experiment: Saugt man aus einer enghalsigen kleinen Flasche die Luft aus, so bleibt sie an den Lippen hängen. Das Leere zieht das Fleisch an. Zweites Experiment: Saugt man aus einem enghalsigen Glase die Luft aus, verstopft die Öffnung mit dem Finger,

---

ᾧ προσκείσθω κλείδιον τὸ καλούμενον παρὰ Ῥωμαίοις ἀσσάριον und 180, 24 bei Beschreibung der Feuerspritze *ἀσσάρια προκείμενα, οἷα εἴρηται ἐν τοῖς ἐπάνω*. Das nennt Vitruv X, 7, 1, p. 259, 23 R. *assis* (bei Beschreibung der Ktesibianischen Pumpe). Ebenso *μιλιάριον* p. 224, 1 ff. (Construction eines in Form eines römischen Meilensteins gebauten Badeofens, vergl. Athen. III 98c, der über die Puristen spottet, die statt *μιλιάριον ἰπνολέβης* sagen). Diese römischen Ausdrücke der Pneumatika (auf die Latinismen der anderen Schriften gehe ich nicht ein, vergl. darüber Th. H. Martin *Recherches sur la vie et les ouvrages d'Héron* Mém. de l'Ac. I S. t. IV Paris 1854; p. 26 ff.) lassen sich nicht ausscheiden aus dem Werke und beweisen meines Erachtens, dass der Verf. frühestens am Anfange unserer Zeitrechnung geschrieben hat. Die Titelüberschrift der *Βελοποιικά Ἥρωνος Κτησιβίου* [eine Classe der Hdss. hat *ἥρωνος ἢ κτησιβίου*, was an *Διονυσίου ἢ Λογγίνου* erinnert] beweist nicht mehr als das *Ἥρωνος Βυζαντίου Πολιορκητικά* (Wescher S. 197). Das Schülerverhältniss des Philon von Byzanz zu Ktesibios wird von diesen späten Compilatoren auf seinen Ausschreiber übertragen, wie p. 263, 1 W. [Theo Prog. 8. II. p. 111, 32 Spengel ist statt *Ἥρωνα μὲν τὸν σκυτοτόμον* natürlich *Σίμωνα* zu lesen].

[1] Ich halte freilich auch diese Einleitung für compilirt aus älterer Quelle.

[2] Ich gebe den Wortlaut im Anhang, da die bisherigen Texte unbrauchbar sind.

taucht sie in Wasser und lässt dann los, so steigt das Wasser im Glase sogar über den gewöhnlichen Stand in die Höhe. Drittes Experiment: Schröpfkopf.

Aus der Anwesenheit des Leeren erklärt sich nun auch der Übergang der vier Elemente in einander, der festeren in die feineren und umgekehrt. Die Theorie spricht nun freilich für die Leugnung des Leeren, aber das Experiment (αἰσθητικὴ ἀπόδειξις) beweist seine Existenz. Und zwar kann man auf künstlichem Wege continuirliche Vacua (ἄθρόα κένα) herstellen, naturgemäss dagegen nur discontinuirliche (παρεσπαρμένα). Im Falle des Drucks verschwindet das Vacuum zwischen den Körpern. Experiment: In einem luftdicht verschlossenen Gefässe lässt sich die Luft noch weiter durch Einblasen verdichten, d. h. das Leere zusammendrücken. Der Knall beim Öffnen beweist, dass die künstlich eingeblasene Luft wieder ausströmt. Umgekehrt durch Aussaugen der Luft entsteht eine Verdünnung, d. h. eine Ausdehnung der fein vertheilten Vacua. Bei dem Experiment des in das Wasser eingetauchten Bechers findet keine wesentliche Verdichtung der Luft statt, da das Wasser an und für sich keine hervorragende Schwere und starkes Verdrängungsvermögen (ἔκθλιψις) besitzt. Beweis: Die Taucher, die auf dem Meeresboden eine ungeheure Wassersäule auf dem Rücken tragen.

Weiterer Beweis für die Existenz des Leeren ist der Durchgang des Lichtes und der Wärme durch Wasser, Luft u. s. w. Die Strahlen könnten durch das Wasser nicht auf den Boden dringen, wenn es nicht leere Zwischenräume hätte. Sonst müsste ja beim Eintauchen des Strahles das Wasser überlaufen. Auch fände dann keine Reflexion der Strahlen statt. In Wirklichkeit aber werden die auf die Wassertheilchen auftreffenden Lichtstrahlen zurückgeworfen, dagegen die auf die Vacua auftreffenden dringen zum Boden durch. Ferner spricht für die Existenz des Leeren die vollständige Durchdringung bei der Mischung von Wein und Wasser, die vollständige Diffusion des Lichtes beim Anzünden mehrerer Kerzen, da die Strahlen sich durchkreuzen. Endlich geht das Licht auch durch Metalle u. dergl. hindurch, wie der elektrische Schlag des Zitterrochens sich durch andere Körper mittheilt. Durch alle diese sinnlich wahrnehmbaren Experimente steht fest, dass jeder Körper aus feinvertheilten Molekeln besteht, zwischen denen noch feinere Vacua sich befinden. So kann man, wenn man von dem besonderen Falle der Vis maior absieht, in ungenauem Sprachgebrauche die Existenz des continuirlichen Vacuums in Abrede stellen, und annehmen, dass alles mit Luft, Wasser u. dergl. erfüllt sei. Sowie demnach eines dieser Elemente verdrängt wird, tritt in unmittelbarem Anschlusse (ἐπακολουθοῦν) das nächste Element in das entstehende Vacuum ein.«

In dieser Abhandlung des Heron über das Vacuum tritt uns ein einheitliches physikalisches System entgegen, eine scharf ausgeprägte empirische Methode und eine bestimmt festgehaltene Terminologie. In allen drei Punkten stimmt damit die Theorie des Erasistratos genau überein. Erasistratos erklärt den Übertritt des Blutes in die Arterien genau so durch den horror vacui wie Heron, er betont den Unterschied zwischen dem continuirlichen und discontinuirlichen Vacuum wie jener und er wendet dieselbe exacte Methode der Beweisführung an wie jener. Dafür will ich zwei interessante Beispiele aus dem Londoner Papyrus hersetzen. Col. 32, 7 wird im Zusammenhang der Erasistrateischen Lehre von der *ἀποφορά*, der Ausdünstung, die Thatsache angeführt, dass altes Fleisch leichter sei als frisches. »Das ergiebt sich aus der Wägung. Denn auf der Wage erweist sich das alte Fleisch leichter als das frischgeschlachtete.« Noch merkwürdiger ein zweites Beispiel col. 34, 44 »Erasistratos versucht diese Theorie folgendermaassen zu erhärten. Nimmt man ein Thier, z. B. einen Vogel oder dergl., setzt ihn in ein metallenes Gefäss und lässt ihn eine Zeit lang hungern, so wird man, wenn man das Thier mit den sichtbaren Excrementen auf die Wage bringt, finden, dass es nunmehr viel weniger wiegt als vorher, weil offenbar auf unsichtbarem Wege eine starke Ausdünstung stattgefunden hat (*πολλὴν ἀποφορὰν γεγενῆσθαι κατὰ τὸ λόγῳ θεωρητόν*).« Nun vergleiche man damit die Art, wie bei Heron jede Behauptung durch ein Experiment erhärtet und speciell die Thatsache, dass sich bei der Verbrennung von Kohlen ein Theil der Materie verflüchtigt, an dem Gewichtsverluste der Asche constatirt wird (s. u. S. 122, 24).

Endlich die Terminologie! Die Kunstausdrücke des Erasistratos der *κενὸς ἀέρεῦς τόπος*, die *ἀκολουθία πρὸς τὸ κενούμενον* (vergl. S. 125, 17. 127, 11), ferner *τὸ παρεσπάσθαι* oder *παραπεπλέχθαι*[1] *τὰ κενά* sind völlig, und die Erwähnung der *λόγῳ θεωρητά*, die im Londoner Papyrus so oft erscheinen, sind wenigstens der Sache nach identisch mit den *μικρομερῆ σώματα ἀφανῆ ἡμῖν ὄντα ὡς ἐπὶ τὸ πολύ* S. 121, 3.

Wenn wir bestimmen wollen, wer als der Urheber dieses auf peripatetisch-atomistischer[2] Grundlage errichteten Systems der exacten

[1] Statt *παρεμπλοκή* Heron 125, 23 (vergl. Z. 9) ist vielleicht (wie bei Galen IV, 475 *τῆς τοῦ κενοῦ παριπλοκῆς*) das einfache *παραπλοκή* herzustellen. Auch Philon Mech. Synt. IV, 47 (Belop. p. 71, 4) wird *κενοῦ παραπλοκή* (statt *περιπλοκή*) zu lesen sein. Denn die *περιπλοκὴ τῶν στοιχείων* der Abderiten ist davon grundverschieden. Bei Epikur, den übrigens Usener (in der Theorie der Schwere) von Straton abhängig denkt (Epicurea p. 418) wird der Terminus *παρεσπαρμένον* nur von den zwischen die körperlichen eingelagerten Seelenatomen gebraucht Ep. I, 63 p. 19, 18; fr. 311. p. 27, 2. 5 Us. (vergl. Axiochos p. 366 A).

[2] Die Bemerkung von Jo. Andreas Schmidt *Heronis Alexandrini vita scripta et inventa*. Helmstadii 1714. 4°, dass Heron aus Demokrit und Epikur geschöpft habe, ist nur bei flüchtigem Zusehen verständlich.

Physik zu betrachten sei, dürfen wir nicht vergessen, dass Heron selbst für uns hier nicht in Betracht kommt, sondern zunächst sein Gewährsmann Philon von Byzanz. Dieser giebt in der Einleitung zu seiner Pneumatik, die uns durch arabisch-lateinische Bearbeitung wenigstens in einem werthvollen Bruchstücke erhalten ist[1], dieselbe Theorie über das Leere, oft wörtlich übereinstimmend, aber abgekürzt. Ausführlicher hatte er sie, wie er angiebt, in seinen Αὐτόματα behandelt, woher sie natürlich Heron in seine Pneumatika übernommen hat.[2]

Philon erwähnt hier nun zunächst die atomistische Theorie, wonach die Luft wie alle Körper aus unsichtbaren Atomen bestünde, und fügt dann hinzu S. 302, 2: *dixit quoque unus ex sapientibus quod inane sit horum natura et commisceatur corporibus aeris* [τοῖς τοῦ ἀέρος σώμασι vergl. unten S. 125, 20. 26], *ideo videlicet quod fuerit in partibus suis minutis subtilibus sicut etiam in partibus omnis rei mollis, immo et omnibus rebus.* Dann folgt die Verweisung auf seine Automata.[3]

Dieser Philosoph, der hier also von den Atomisten getrennt, dessen Lehre vom Vacuum besonders hervorgehoben wird, ist kein anderer als der uns längst, aber leider bisher sehr unvollkommen bekannte Straton, der den Ehrennamen »der Physiker« trägt. Ehe dieser ausgezeichnete Gelehrte nach Theophrast's Tode Ol. 123 (288 bis 284) die Leitung des Peripatos in Athen übernahm, scheint er in Alexandreia an der Erziehung des Thronfolgers Philadelphos sich betheiligt zu haben.[4] Es fällt dies in die Anfänge des von Demetrios dem Phalereer unter Ptolemaios Lagi nach peripatetischem Muster eingerichteten und nach diesem Vorbilde Μουσεῖον genannten Institutes,

[1] Aufgefunden und mit einer trefflichen Einleitung herausgegeben von V. Rose Anecdota graeca et graecolatina II 283 ff.

[2] Als Stratonisches Fragment darf man auch, wie schon die Terminologie lehrt, seine Erklärung vom Glühen des Eisens in den Belopoiika betrachten (Mech. Synt. IV 47 = Belop. p. 71, 42 Thev.): *αἱ μὲν οὖν πυρώσεις τόν τε σίδηρον καὶ τὸν χαλκὸν μαλακύνουσιν ἀραιουμένων τῶν σωμάτων, ὡς φασιν* (!), *αἱ δὲ ψύξεις καὶ κρατύνσεις σκληρύνουσιν· ἀμφότερα γὰρ αἴτια γίνεται τοῦ πυκνοῦσθαι τὰ σώματα συντρεχόντων τῶν μορίων πρὸς ἄλληλα καὶ τῆς τοῦ κενοῦ περιπλοκῆς* [l. παραπλοκῆς vergl. S. 109 Anm. 1] *αἱρομένης.* Vergl. Heron unten S. 122, 19 ff.

[3] Es ist mir sehr wahrscheinlich, dass auch Philo noch nicht die philosophische Urquelle selbst eingesehen hat. Denn er ist ein reiner Banause wie Heron und vollkommen abhängig von dem eigentlichen Erfindergenie Ktesibios. Vergl. V. Rose a. O. 284 f. Daher die aegyptischen Gefässe u. dergl. bei Philon 300, 14. 306, 1 Rose (und oft bei Heron). Den Versuch mit der Compression der Luft (124, 17) hat bereits Ktesibios *ἐν τοῖς λεγομένοις Πνευματικοῖς Ὑπομνήμασιν* vorgetragen und darauf seine Construction der Windbüchsen gegründet Philo IV 60 (Belop. p. 77, 16 Thev.). Vergl. Plinius H. N. VII 125 *Ctesibius pneumatica ratione et hydraulicis organis repertis.* Vitruv (I 1, 7) hebt hervor, dass zur Lectüre des Ktesibios eine philosophische Propaedeutik nöthig sei.

[4] Laert. Diog. V 58. Suidas s. v.

an dessen Organisation sich Straton wohl auch betheiligt und vielleicht auch gerade dadurch nach Theophrast's Tode die Wahl der athenischen Schulgenossen besonders auf sich gelenkt hatte. Seine Beziehung zum Hofe des Philadelphos steht ohnehin durch seine Correspondenz mit Arsinoë (Laert. v 60) sicher. So ist es begreiflich, dass er auf die alexandrinischen Mechaniker dieses Kreises, zunächst auf Ktesibios Einfluss gewann. Aber noch Athenaios, ein Ingenieur etwa hadrianischer Zeit,[1] räth als Muster philosophischer Lectüre dem Mechaniker an erster Stelle Straton.[2]

Dasselbe gilt für die Medicin, der Straton die Methoden der exacten Naturwissenschaft zugleich mit den allgemein wissenschaftlichen Theorien der peripatetischen Schule übermittelte. Es mag wörtlich richtig sein, dass Erasistratos sich Theophrast (d. h. dem Peripatos zur Zeit der Schulleitung durch Theophrast) angeschlossen hat. Aber bei der freien Organisation dieser Schulverbände ist es sehr wohl denkbar, dass Erasistratos ein besonders inniges Verhältniss zu einem älteren Genossen, zu einem der Assistenten (γνώριμοι) gehabt hat, als welcher Straton bereits in dem Testamente Theophrast's namentlich aufgeführt wird (L. D. V 56). Ähnlich stehen Herakleides und Eudoxos in Platon's Akademie zu Aristoteles. Das Alter des Erasistratos ist schwer zu bestimmen, wenn man von Legenden absieht. Doch hindert nichts anzunehmen, dass er bereits um 300 sich in Athen Studien halber aufgehalten und Straton's Einfluss erfahren habe.[3] Straton nämlich ist es, bei welchem uns der wissenschaftliche Zusammenhang jener bei Heron und Erasistratos auftretenden Vacuumtheorie erst vollständig verständlich wird. Straton gehört zu den Peripatetikern, welche angeregt von dem immer schärfer sich

[1] Markellos, der Adressat seines Briefes, ist schwerlich, wie man noch neuerdings annimmt (Susemihl *Al. Litteraturgesch.* I 833[150]), identisch mit dem Eroberer von Syrakus. Denn der Stil des Buches scheint mir vollkommen den Rokokocharakter des zweiten Jahrh. n. Chr. an sich zu tragen, womit die hds. erhaltenen Ionismen (ξεῖνον, ἐστιχάρη, μικρῆς, εἰνοσίνις, ἄσσον u. s. w. s. Wescher Poliorc. p. XXIII) trefflich stimmen (ἐκτετσθαι = ἐκηγνυσθαι, κοχλία = κοχλίου bei Biton sind von Wescher, a. O. falsch als Ionismen bezeichnet worden). Seine Kunst ist nach S. 39,7 gerichtet κατὰ τῶν οὐχ ὑποτεγηπτομένων τοῖς καλοῖς τῆς ἡγεμονίας νόμοις. Die Concordanzen mit Vitruv X 19. 20. 21 stammen vermuthlich aus gemeinsamer frühalexandrinischer Tradition.

[2] Athen. Mech. p. 5,3 Wescher: τουτὶ γὰρ ἂν τις εἰς πραγμάτων λόγον ὠφελημένος ἀπέλθοι ... ἐκ τῶν Στράτωνος καὶ Ἀρχύτου καὶ Ἐπτιαίου καὶ Ἀριστοτέλους καὶ τῶν ἄλλων τῶν παραπλήσια ἐκείνοις γεγραφότων. Diese Stelle, stark verballhornt, hat auch der sog. Heron v. Byzanz Poliorc. p. 202, 1 W. Die Namen, die ja theilweise recht exquisit sind, hat Athenaios gewiss in seiner Quelle zusammen citirt gefunden. Man könnte an Ktesibios denken (vergl. Vitruv I 1,7), der eine Auseinandersetzung des Straton mit jenen Vorgängern excerpirte.

[3] Nicht zu verwechseln mit dem Peripatetiker Straton ist der gleichnamige Famulus des Erasistratos, der nachher ein geschätzter Arzt und ärztlicher Schriftsteller wurde (Susemihl Al. L. I 816[216]).

ausprägenden Realismus des alexandrinischen Zeitalters das aristotelische System seiner transcendenten Anschauungen zu entkleiden und auf eine lediglich empirische Grundlage zu stellen versuchten. Wenn das Werk des Stagiriten als Compromiss zwischen Platon und Demokrit erscheint, so war dem Manne der exacten Forschung diese Halbheit unerträglich. Zwischen Platon's Idealismus, dessen Urgrund die Gottheit und dem abderitischen Materialismus, dessen letzter Grund die Natur ist, musste gewählt werden. Und Straton stellte sich im Wesentlichen auf den Standpunkt der Abderiten: die Natur war ihm die unbewusst schaffende Kraft, die alles hervorbrachte, die Schwerkraft der letzte Grund des Seins und Wirkens. Aber er blieb trotzdem Peripatetiker und behielt aus Aristoteles' System soviel wie nur möglich war bei. So trennte er sich von Demokrit gleich in der Bestimmung der Grundkörper. Wenn dieser in der verschiedenen Gestalt der Atome, ihrer Untheilbarkeit und Qualitätlosigkeit die wesentlichen Bedingungen seiner Naturerklärung gefunden hatte, so leugnete Straton dies durchaus.[1] Er selbst legte vielmehr die Qualitäten (ποιότητες) zu Grunde,[2] als deren Hauptkräfte er gut peripatetisch Wärme und Kälte betrachtete; als Grundkörper kann er, wie auch ausdrücklich berichtet wird,[3] nur in's unendlich theilbare Molekeln angesehen haben, etwa in der Weise der von Herakleides Pontikos und später von Asklepiades angenommenen ἄναρμοι ὄγκοι.[4] Diese Annahme folgt, wie mir scheint, mit Nothwendigkeit aus seiner Lehre über das Vacuum; denn ein feinvertheiltes Vacuum setzt natürlich auch eine entsprechende Vertheilung der Molekeln voraus. Diese Lehre hatte Straton in einem eigenen Buche Περὶ κενοῦ vorgetragen, das Simplikios, wie es scheint, noch vor Augen hatte, als er daraus mehrere kleine Bruchstücke seinem Commentar zur Physik einfügte. Es trifft sich glücklich, dass ein etwas grösseres Excerpt[5] sich wört-

---

[1] Dies ist der Sinn des bei Cicero Acad. II 38, 121 zu allgemein gefassten Widerspruches Straton's gegen die Atomistik.

[2] Sext. Pyrrh. H. III 33; Pseudogalen Hist. phil. 18 (Doxogr. 610); Clement. Recogn. VIII 15 (Doxogr. 250).

[3] Sextus adv. Math. X 155 τὰ σώματα καὶ τοὺς τόπους εἰς ἄπειρον τέμνεσθαι. Mit Aristoteles Lehre vertrug sich diese Atomistik insofern besser als der erste Anschein ist, weil Straton a priori diese εἰς ἄπειρον τομή nicht κατὰ τὸ αἰσθητόν, sondern nur κατὰ τὸ λόγῳ θεωρητόν behauptet haben kann (vergl. Simplic. Phys. 618, 24). Setzt man für diese atomistische Terminologie die peripatetische δυνάμει und ἐνεργείᾳ ein, so sieht man, wie gering hier der thatsächliche Unterschied der Auffassung zwischen Straton und Aristoteles ist.

[4] Die Bezeichnung ἄναρμοι (verbindungslos) trennt diese Molekeln auf das schärfste von den ἄτομοι ἀγκιστροειδεῖς u. dergl. der Atomisten.

[5] S. unten S. 127. Der Text des Simplikios ist natürlich der urkundlichere. Doch ist vielleicht die ausführlichere Fassung bei Heron S. 126, 22. 23 ursprünglicher.

lich mit der heronischen Abhandlung über das κενὸν deckt und damit unserer Vermuthung den urkundlichen Beweis in die Hand liefert. Von hier aus können wir nun zunächst auf lexikalischem Wege weitere Schlüsse ziehen. Straton gebraucht von dem Boden des Gefässes das in dieser Verwendung seltene und nur bei Attikern nachweisbare ἔδαφος. Heron ersetzt es 126, 20 durch das gewöhnliche πυθμήν, das fast auf jeder Seite seiner Pneumatik vorkommt. Wenn man daher in der Fortsetzung des Stratonischen Fragmentes bei Heron S. 126, 27 plötzlich εἰς τὸ τοῦ ἀγγείου ἔδαφος liest, so hat man den sicheren Beweis, das der Auszug aus Straton noch weiter reicht, was übrigens auch die Beweisführung selbst zwingend ergiebt. Also stammt auch das Beispiel vom Zitterrochen (νάρκη), der seine elektrische Kraft durch Zwischenglieder überträgt, von Straton, was man auch anderweitig wahrscheinlich machen kann. Galen[1] stellt das Phänomen der Narke, die auch durch den Dreizack der Fischer hindurch den Schlag ertheilt, in Parallele zu dem Magneten, der durch mehrere angehängte Eisenstücke seine magnetische Kraft ausübe. Hr. du Bois-Reymond sieht mit Recht in seiner Inaugural-Dissertation *Quae apud veteres de piscibus electricis extant argumenta* (Berlin 1843; S. 20)[2] in dieser Verbindung der beiden Phänomene die Vorahnung moderner Erkenntniss. Aber schwerlich gehören solche Gedankenblitze Galen oder überhaupt der Antoninenzeit an. Ich glaube vielmehr, dass Straton diesen genialen Blick gehabt hat. Denn in seiner Abhandlung über das Vacuum hatte er den drei Argumenten des Aristoteles gegen die Existenz des Leeren (im atomistischen Sinne) ein Argument von der ἕλξις hinzugefügt, das, wie das bei Simplikios erhaltene Fragment[3] beweist, von der λίθος σιδηρῖτις, dem Magneten, handelte. Der Magnet hatte der atomistischen Physik

---

[1] VIII 421, wo schon τῇ κατὰ τὴν ποιότητα δυνάμει Stratonisch klingt. Die Übertragung des Schlages vermittelst des Dreizackes kannte bereits Theophrast περὶ τῶν φωλευόντων (fr. 178 W. bei Athen. VII 314 B). Mehr giebt Plutarch de solertia anim. 27 p. 978 C (wohl aus Chrysipp).

[2] *Quae quidem Galeni animadversio argumentum offert virtutis illius praesagientis apud viros magnis ingenii dotibus praestantes tam saepe obviae ... Etenim piscium electricorum magnetisque virtutem uno eodemque loco collocans atque vires utrorumque mirificas illustrans animo veluti praesensisse videtur propinquam harum cognationem, quam nostris demum temporibus praeclarus* John Davy *experimentis feliciter ac naviter institutis demonstravit.*

[3] Simpl. p. 663, 3 ὁ δὲ Στράτων καὶ τὸν ἀπὸ τῆς ἕλξεως (λόγον) ἀναλύων »οὐδὲ ἡ ἕλξις, φησίν, ἀναγκάζει τίθεσθαι τὸ κενόν· οὔτε γὰρ εἰ ἔστιν ὅλως ἕλξις φανερόν (ὅτε καὶ Πλάτων αὐτὸς τὴν ἑλκτικὴν δύναμιν ἀναιρεῖν δοκεῖ), οὔτε εἰ ἔστιν ἡ ἕλξις, δῆλον, εἰ διὰ τὸ κενὸν ἡ λίθος ἕλκει καὶ μὴ δι' ἄλλην αἰτίαν· οὐ γὰρ ἀποδεικνύουσιν ἀλλ' ὑποτίθενται τὸ κενὸν οἱ οὕτω λέγοντες.« Besonders 652, 21 τρίτον δὲ προστίθησι (Straton) τὸ ἀπὸ τῆς ὁλκῆς· τὴν γὰρ σιδηρῖτιν λίθον ἕτερα σιδήρια δι' ἑτέρων ἕλκειν συμβαίνει, ὅταν ἐπισπάσηται τὸ ἐκ τῶν πόρων τοῦ σιδήρου ἡ λίθος, ᾧ σώματι καὶ συνέλκεται ὁ σίδηρος, ⟨καὶ⟩ οὗτος πάλιν τοῦ ἐφεξῆς ἕλκει καὶ οὗτος ἄλλου καὶ οὕτως ὁρμαθὸς σιδηρίων ἀποκρεμάννυται τῆς λίθου.

einen Hauptbeweis für die Porentheorie geliefert[1] und dem Diogenes von Apollonia[2] die Veranlassung gegeben seine absurde Theorie vom »Zug des Feuchten« (ἕλξις τῆς ὑγρᾶδος) zu entwickeln, die Straton mit Leichtigkeit als ungenügend zurückweisen konnte.[3] Hierbei war es von Wichtigkeit, die Thatsache zur Geltung zu bringen, dass die Kraft nicht bloss direct, sondern auch indirect wirkt, worauf bei Straton selbst (s. S. 113 Anm. 3) wie in der bei Heron erhaltenen Stelle und bei Galen der Nachdruck gelegt ist. Leider ist von diesen beiden τεχνῖται der physikalische Kern der Beweisführung unterschlagen worden. Dass aber einem Straton die Combination der beiden elektrischen Phänomene wohl zuzutrauen ist, dafür sehe ich in der Heronischen Stelle den Beweis. Denn wenn der Zusammenhang nicht trügt, hat der Physiker die Verbreitung des Lichtes durch andere Medien hindurch mit der Verbreitung der Elektricität durch mehrere Objecte in Parallele gesetzt (S. 127, 2) und damit modernsten physikalischen Theorien ahnend vorgegriffen. Vielleicht sogar bewusst. Denn wie Straton in der Akustik ganz auf dem richtigen Wege war, indem er die Töne als Schwingungen (πληγαί) fasste, die nicht einzeln, sondern continuirlich percipirt werden,[4] so hat ihn auch seine materiellere Auffassung des Lichtes (s. Zeller II b[3] 910[1]) vermuthlich ganz nahe an die Undulationstheorie herangeführt.[5] Wenigstens waren, wie es sich aus einer Stelle

[1] Vergl. Empedokles und Demokrit bei Alexander Quaest. II 23 p. 72 f. Bruns.

[2] Alexander a. O. S. 73, 11 ff. Vergl. Verh. d. (35.) Stettiner Philologenvers. (1880) S. 106, 33.

[3] Die ἕλξις beseitigte auch Erasistratos vollständig aus seinem Systeme, was Galen oft tadelt (Stellen bei R. Fuchs a. O. S. 215 ff.). Er ersetzt eben den »Zug« durch die Cohäsion der Elemente (ἀκολουθία πρὸς τὸ κενούμενον). Denn Straton hatte (bei Heron S. 127, 11) diesen Anschluss der Elemente durch den horror vacui erklärt, indem die vier Elemente einander folgen, als ob sie mit Vogelleim aneinander geklebt würden (*tamquam ei cum visco applicaretur* bei Philo *de ingeniis spiritualibus* p. 303, 3 ed. Rose).

[4] Hiermit war Herakleides der Pontiker vorangegangen, wozu ihn seine der Stratonischen ähnliche Moleculartheorie befähigte (s. Zeller II a[4] 1036[1] und II b 914[a] f.). Da Herakleides wieder von den Pythagoreern seiner Zeit (s. S. 118 Anm. 4. 111 Anm. 2) abhängig war, so ist zu beachten, dass Ptolemaeus (d. i. Hero) de speculis (bei V. Rose Anecd. II, 317) in seiner pythagorisirenden Einleitung die Akustik wie Optik in ganz ähnlicher Weise parallelisirt p. 317, 15 *quo ergo modo pulsa chorda fluctuantem intellegimus aerem* (Undulationstheorie), *ita et astris per zodiacum delatis cogitare oportet alteratum et transmutatum continue aerem bonam contemperantiam* (σύγκρασιν) *nobis exhibere*. Daher stimmt die Theorie der ἀνάκλασις, die hier p. 320, 13 gegeben wird, ganz genau zu dem durch Simplicius und Heron (S. 126, 23 ff.) erhaltenen Fragmente Stratons.

[5] Am nächsten kommen ihr die Stoiker Plac. IV 19, 4 (409, 8). Epikur schliesst sich in der Akustik an Demokrit an (Plac. IV 19, 2 vergl. mit 3. Dox. 408, 9. 21. Ep. I 52 p. 13, 13 ff. Us.) Die Polemik p. 14, 2—5 ist wohl nicht gegen Straton gerichtet (Usener p. 377), da dieser in der Opposition gegen die σχηματισις der Luft mit Epikur übereinstimmte. Vergl. Al. d. sensu p. 265, 9 Thur. und die stratonische oder jedenfalls aus Stratons Schule stammende Abhandlung περὶ ἀκουστῶν (Arist. p. 800[a] 3).

Herons (s. S. 114 Anm. 4) ergibt, ganz ähnliche Anschauungen damals im Schwange.

In der bei Heron und Simplicius gemeinschaftlich erhaltenen Stelle Straton's fällt eine fast peinliche Exactheit der Ausdrucksweise auf, z. B. *δι' ὕδατος ἢ ἀέρος ἢ ἄλλου σώματος.* Dies geht aber durch diese ganze Abhandlung Herons *περὶ κενοῦ* hindurch, z. B. 121, 21 *τῷ τε ἀέρι καὶ τῷ ὑγρῷ καὶ τοῖς ἄλλοις σώμασιν,* 123, 24 *ἀγγεῖον ἤτοι ὑάλινον ἢ χαλκοῦν ἢ ἐξ ἄλλης πυκνῆς ὕλης,* 127, 1 *διὰ χαλκοῦ καὶ σιδήρου καὶ τῶν ἄλλων ἁπάντων διεκπίπτει σωμάτων,* 127, 10 *ἤτοι ἀέρος ἢ ὑγροῦ ἢ ἄλλης τινὸς οὐσίας.*[1] So wird die Vermuthung bestätigt, dass diese ganze Heronische Digression *περὶ τοῦ κενοῦ* ein verkürzter Auszug aus dem gleichnamigen Buche des Straton ist. Und es fehlt nicht an weiteren Anzeichen dafür.

Von den drei Beweisen des Aristoteles gegen die Existenz des Leeren (Phys. Δ 6) hatte Strato, wie wir aus Simplicius (s. S. 113 Anm. 3) erfahren, besonders zwei (den aus der räumlichen Bewegung und den aus der Verdichtung hergenommenen) ausführlicher behandelt. Er hatte es sich angelegen sein lassen, die Aristotelischen Gründe durch Experimentalbeweise exacter zu gestalten.[2] Aber es wäre voreilig zu schliessen, dass er nun dadurch selbst an der Existenz des Leeren irre geworden wäre. Aristoteles hatte behauptet Phys. Δ 7, 214ᵃ 32 ff., das Phänomen der Verdichtung lasse sich so erklären, dass man sich z. B. denke, das Wasser nehme bei der Verdichtung deswegen einen geringeren Raum ein, nicht weil es die leeren Poren zwischen den einzelnen Wassertheilchen ausfülle (atomistische Erklärung), sondern weil es die darin enthaltene Luft herauspresse. Diese Ausrede verletzte den exacten Naturforscher und daher macht er uns das mit allen Vorsichtsmaassregeln unternommene Experiment vor, das Heron S. 124, 10 ff. beschreibt, durch welches die Existenz des Leeren aus der *πίλησις* allen Leugnern (*τοῖς φαμένοις τὸ καθόλου μηδὲν εἶναι κενόν*, d. h. zunächst Aristoteles) ante oculos demonstrirt wird. Denn ohne diese *αἰσθητικὴ ἀπόδειξις*, meint er, könnte sonst allerdings jene Darlegung als die wahrscheinlichere erscheinen. Sein Experiment aber werde ihnen jede Ausflucht (*παρείσδυσις*) abschneiden. Das Resultat ist, dass bei seinem Versuch der *πίλησις*, wenn das Leere

[1] Vergl. Straton bei Simplic. Phys. f. 225ᵃ 45 (am besten vorläufig bei H. Poppelreuter *Zur Psychologie des Ar., Theoph. und Strato* [Progr. n. 453. 1891, S. 46]) *οἷον τόπους ἢ λιμένας ἢ γραφὰς ἢ ἀνδριάντας ἢ ἀνθρώπους ἢ τῶν ἄλλων τι τῶν τοιούτων.*

[2] So das Argument aus der *κατὰ τόπον κίνησις.* Vergl. Simpl. Phys. IV 7, p. 659, 22 *προσφυέστερον οὖν ἐστι τὸ τοῦ Στράτωνος παράδειγμα ταύτας τὰς ὑπονοίας ἐκφεῦγον· ἐὰν γὰρ εἰς ἀγγεῖόν τις πεπληρωμένον ὕδατος ψηφῖδα ἐμβαλὼν καταστρέψῃ τὸ ἀγγεῖον ἐπὶ στόμα ἐπέχων τὴν ἔκροιαν, ἡ ψηφὶς ἐπὶ τὸ στόμα τοῦ ἀγγείου φέρεται ἀντιμεθισταμένου τοῦ ὕδατος εἰς τὸν τῆς ψήφου τόπον. τὸ δὲ αὐτὸ καὶ ἐπὶ τῶν νηχομένων συμβαίνει καὶ ἰχθύος καὶ οὑτινοσοῦν.*

durch die Verdichtung vollständig verschwunden ist, eine weitere Verdichtung nicht mehr möglich ist. Das Gefäss zerspringt sonst. Diese Stelle hat nun auch Simplikios vorgelegen, aber da Straton's Ketzerei so nicht in den Zusammenhang passte, so hat er seinen Namen verschwiegen und die Stelle etwas abgeändert. Der Schluss stimmt jedoch fast wörtlich überein.[1]

Einen besonderen Stratonischen Zug in Heron's Excurs περὶ κενοῦ möchte ich noch hervorheben, den wiederholt betonten Unterschied des παρὰ φύσιν und κατὰ φύσιν. Galen sagt mit Recht, dass diese Hervorhebung der φύσις ein aristotelischer Gedanke sei; nur geht Straton anknüpfend an gewisse Wendungen bei Aristoteles (vergl. Bonitz Index 836[a] 20) consequent weiter, so dass er wie die epikureische Quelle[2] Cicero's (de natura deorum I 13, 35) bemerkt, in der Natur geradezu die Kraft Gottes erblickt. Daher erklärt sich wohl die überaus häufige Verwendung der aristotelischen Termini κατὰ φύσιν d. i. *normal* und παρὰ φύσιν (= βίᾳ) d. i. *abnorm, künstlich* bei Straton, bei Erasistratos und daher in der ganzen späteren medicinischen Litteratur, obgleich nicht in Abrede gestellt werden soll, dass ja auch die Hippokrateer und speciell Praxagoras (Ps. Galen Isagoge XIV 699) diesen Gegensatz ausgebildet hatten. Ja die doxographische Partie des Londoner Papyrus lehrt uns in dem aus Platon bekannten Herodikos von Selymbria einen Iatrosophisten kennen, der die ganze medicinische Kunst als Naturheilkunde auffasst und mit den beiden Schlagwörtern κατὰ φύσιν und παρὰ φύσιν alles gesagt zu haben glaubt.

---

[1] Simplicius 681, 13:
ἢ διαρραγείη ἂν τὸ ἀγγεῖον μᾶλλον ἤπερ τῦμα ἕτερον δέξαιτο.

Heron S. 124, 32:
πρότερον διαρραγήσεται τὸ τεῦχος ἢ ἐπιδέξεταί τι πλῆρες ὑπάρχον.

[2] Die Doxogr. S. 126 vorgetragene Vermuthung (Bücheler's), dass Phaidros die gemeinsame Quelle des Cicero und Philodem sei, glaube ich jetzt durch eine weitere Combination stützen zu können. Unter den Büchern, die sich Cicero ad Att. XIII 39, 2 für das Werk de natura deorum erbittet, befinden sich Φαίδρου Περὶ θεῶν et Περὶ Παλλάδος. Die Schrift Περὶ Παλλάδος kann (bei unbefangener Interpretation wird man das zugeben, vergl. ad Att. XIII 32, 2 *Dicaearchi librum* Περὶ ψυχῆς *accepi et* Καταβάσεως *exspecto*) nur von demselben Verfasser herrühren wie die vorige. Wenn man nun die Parallelexcerpte des Philodem zu Rathe zieht, so sieht man, dass bei diesem (S. 82, 14 Gomperz) wie bei Cicero (d. n. d. I 15, 41) den Abschluss der doxographischen Übersicht die Polemik gegen den Diogenes von Babylonia allegorisches Buch Περὶ Ἀθηνᾶς bildet. Bei Philodem nimmt diese Polemik einen unverhältnissmässigen Raum ein. Ich vermuthe daher, dass des Phaidros' Buch Περὶ Παλλάδος einen polemischen Anhang zu seinem Werke Περὶ θεῶν darstellt, der besonders die absurden Allegorien des Chrysipp und Diogenes im Anschluss an das Buch des letzteren abfertigte. So kommt es, dass Philodem wie Cicero in ihren, wie ich glaube, selbständigen Excerpten aus den beiden Büchern des Phaidros sich so ähnlich sahen. Hätte aber auch Cicero aus irgend welchen Gründen nur Philodem benutzt, so wäre Phaidros doch wenigstens für diesen die Quelle.

Das Interesse, welches Straton selbst an medicinischen Fragen nahm, bekundet sich für uns leider nur in den dürren Titeln,[1] die das Geschick uns fast allein aus dem Nachlass dieses reichen Geistes gerettet hat: Περὶ νόσων und Περὶ τροφῆς καὶ αὐξήσεως, wie uns auf der anderen Seite Titel wie Περὶ μεταλλικῶν μηχανημάτων und Εὑρημάτων ἔλεγχοι sein Interesse an der Mechanik zeigen.

Was Erasistratos betrifft, so möchte ich noch auf einen Punkt seines Systems hinweisen, der einen Zusammenhang mit Straton zu verrathen scheint. Das ist das Pneuma, welches er aus der Schule des Praxagoras (Galen IV 707) übernommen und mit dem System des Straton combinirt zu haben scheint. Dieser hatte nemlich zum mechanischen Träger der Seelenfunctionen im weitesten Sinne das Pneuma (d. h. also die bewegte Luft nach Hero 121, 16) gemacht.[2] Das Pneuma ist der Stoff, welcher die Verbindung herstellt zwischen der von aussen gereizten Körperoberfläche und dem zwischen den Augenbrauen im Gehirn localisirten Centralorgan. Durch Unterbinden der Glieder kann diese pneumatische Leitung unterbrochen, die Empfindung verhindert werden (Plutarch de lib. et aegr. 4, 4. V p. 2, 43 Dübner). Die Placita (V 4. Doxogr. 418, 1) lassen ihn behaupten, nicht nur der Stoff, sondern auch die δύναμις des Samens sei materiell, weil aus Pneuma bestehend. Wie Erasistratos hier anschliesst, beweist ein Referat des Londoner Papyrus col. 23, 37—53: τούτων δὴ οὕτως ἐχόντων καὶ ἀποφορᾶς συνεχοῦς γινομένης ἀπὸ τῶν ἡμετέρων σωμάτων, εἴπερ ἀντὶ τῶν ἀποφεσσομένων μὴ ἐγίνετο εἰς τὰ σώματα πρόσθεσις, κἂν διεφθείρετο ῥιζιόως τὰ σώματα, ὅθεν ἡ φύσις (!) ἐμηχανήσατο ὀρέξεις τε τοῖς ζῴοις καὶ ὕλην καὶ δυνάμεις, ὀρέξεις μὲν εἰς τὸ τὴν ὕλην αἱρεῖσθαι, ὕλην δὲ εἰς ἀναπλήρωσιν τῶν ἀποφεσσομένων, δυνάμεις μέντοι γε εἰς διοίκησιν τῆς ὕλης· καὶ γὰρ οὐδὲν ὄφελος ἦν ὀρέξεως, εἰ μὴ ὕλη παρῆν, οὐδὲ μὴν τῆς ὕλης ὄφελος ἦν, εἰ μὴ δυνάμεις παρῆσαν αἱ διοικονομοῦσαι. ἀλλὰ γὰρ ὕλην ὑπεβάλετο (nemlich die φύσις) τροφήν τε καὶ πνεῦμα· δύο γὰρ πρῶτα καὶ κυριώτατά ἐστιν, οἷς[3] ἀεὶ δεῖται τὸ ζῷον, ὡς φησιν ὁ Ἐρασίστρατος.[4]

Mit der Beeinflussung der Ärzte und Mechaniker ist der ungemein weit reichende Einfluss Straton's auf die alexandrinische Wissenschaft

[1] Laert. Diog. V 59. 60.

[2] Ob Siebeck (*Gesch. der Psychologie* I 2, 167. 335) mit Recht Straton hier oder überhaupt von der Stoa abhängig sein lässt, ist mir sehr zweifelhaft. Eher ist an Zusammenhang mit Diogenes von Apollonia zu denken, vergl. Poppelreuter a. O. S. 40, der zugleich richtig darauf hinweist, wie nahe Straton's Empfindungslehre der modernen Anschauung kommt.

[3] So der Pap. Also wenn kein Fehler vorliegt »wodurch das lebende Wesen gebunden wird«, wie κέρδει καὶ τοφίᾳ δέδεται (Pindar).

[4] Folgt eine Polemik gegen diese Principien. Vergl. die pseudogalen'sche Isagoge XIV 697.

noch nicht abgeschlossen. Nur erkennt man bei der beklagenswerthen Trümmerhaftigkeit der Überlieferung erst allmählich die Zusammenhänge. Ein solcher wichtiger Zusammenhang besteht zwischen Straton und Aristarchos von Samos, dem Kopernicus des Alterthums. Es ist jetzt festgestellt, dass die geniale Idee, der Erde das Principat zu entreissen und ein heliocentrisches System aufzustellen, nicht im Kopfe des Samiers entsprungen, sondern bereits ähnlich von Herakleides Pontikos ausgesprochen war.[1] Ebenso hat Hr. P. Tannery[2] erwiesen, dass seine Methode, Abstand und Durchmesser von Sonne und Mond zu messen, bereits von Eudoxos geübt wurde. Aber trotzdem ist es wichtig, festzustellen, dass dieser erste bedeutende Astronom der alexandrinischen Epoche, der sich auch durch sein mechanisches Talent auszeichnete, von Straton in die Wissenschaft eingeführt[3] und so mit den Schriften der Freunde des Aristoteles Eudoxos und Herakleides bekannt geworden ist, die ihm jene fruchtbaren Ideen überliefert haben. Man könnte vermuthen, dass Straton selbst Anhänger des heliocentrischen Systems gewesen sei. Denn seine radicale Anschauung, alles Licht der Gestirne komme von der Sonne (Doxogr. 346[b] 14), könnte darauf zu führen scheinen, zumal er auch in der Molecular-theorie und Akustik von dem genialen Pontiker[4] abhängig erscheint. Aber auf der andern Seite ist doch die Anziehung des Mittelpunktes der Erde auf alle Elemente so energisch betont, dass sich jene andere Hypothese nach antiker Auffassung schwer damit vereinigen liesse.[5]

[1] Geminos bei Simplic. Phys. 292,21. Die hdschriftliche Lesart dieser Stelle beseitigt die vielen unnützen Bedenken der Gelehrten und die Conjectur von Bergk *Fünf Abhandlungen* (L. 1883) S. 149.

[2] Mém. de la Société des Sciences de Bordeaux. 2. Série V 2 (S. 3 ff. des Separatabdruckes).

[3] Vergl. Bergk a. O. S. 141.

[4] Bekanntlich hat dieser seinerseits sowohl für die Molecular-theorie wie für die kosmische Hypothese pythagoreische Anregung erhalten (Hiketas, Ekphantos, Xuthos s. Zeller I[5] 422 1. 495. 436 (437) 2). Mit Xuthos' Argument vom Überlaufen bei Leugnung des Leeren (Simpl. Phys. 683, 24) vergl. Straton unten S. 126, 21 = Simpl. S. 127. Beachtenswerth ist auch die Erwähnung des Straton neben Hestiaios und Archytas bei Athenaios (s. oben S. 111, 2).

[5] Dass Straton auf dem Aristotelischen Standpunkte in Bezug auf die Bewegung des Kosmos beharrte, bezeugt in der That der Schol. Barocc. 85 f. 122 in Basil. or. περὶ γενέσεως (Cramer Anecd. Oxon. III 413, 27) τῇ δὲ προ⟨κει⟩μένῃ νῦν αἰτιολογίᾳ τῇ περὶ τῆς ἀκ⟨ι⟩νησίας τῆς γῆς Στράτων δοκεῖ πρῶτος ὁ φυσικὸς χρήσασθαι. Die Lehre des Straton von der Schwere ist in dem Heronischen Excerpte (S. 125, 30 ff.) nur ganz kurz behandelt. Ich verweise daher auf die ausführlichere Behandlung derselben bei Ptolemaios Περὶ ῥοπῶν, von welcher Schrift uns Syrian (bei Simplicius de caelo IV 3 p. 331[b] 31 Karsten) interessante Auszüge gibt. Hier kehrt auch das Beispiel des Tauchers wieder. Wenn hier (314[a] 2) die seltsame Thatsache behauptet wird, ein Schlauch wiege im aufgeblasenen Zustande weniger als zusammengedrückt (Aristoteles hatte das Gegentheil behauptet), so stimmt das mit der Erasistrateischen Lehre überein, die in dem Londoner Papyrus des breiteren discutirt wird.

In den Placita steht der Name des Aristarch einmal hinter Straton bei einer eigenthümlichen Farbentheorie:

1) Im Capitel περὶ χρωμάτων. Placita I 15, 5 (313[b] 16)
Ἀρίσταρχος Σάμιος μαθηματικὸς ἀκουστὴς Στράτωνος φῶς εἶναι τὸ χρῶμα τοῖς ὑποκειμένοις ἐπιπῖπτον.

2) Im Capitel περὶ ὁράσεως. IV 13, 7. 8 (403[b] 26. 404[b] 1)
Στράτων χρώματά φησιν ἀπὸ τῶν σωμάτων φέρεσθαι συγχεῖσθαι αὐτοῖς τὸν μεταξὺ ἀέρα.
Ἀρίσταρχος σχήματα συνδιατυποῦντά πως αὐτοῖς τὸν ἀέρα.

Aristarch dachte sich also die Farben (ähnlich wie Aristoteles und die Abderiten) durch die Brechung des Lichtes auf der Oberfläche hervorgerufen. Das Capitel περὶ ὁράσεως erklärt nun den Eindruck der Farbe auf unser Auge. Strato denkt sich eine ἀποφορά (also eine Ablösung der farbigen Oberfläche), welche ihre Farbe dem Medium (der Luft) mittheilt und so an unser Auge gelangt. Aristarch fasst diese atomistische Theorie auch in der Terminologie noch materialistischer: »Die Bilder[1] formen sich die Luft und wirken so auf den Gesichtssinn«. Damit vergleiche man Theophrast's Bericht über Demokrit.[2]

Man sieht aus diesen allzu kurzen Auszügen wenigstens soviel, dass sich Aristarch in der Physik an seinen Lehrer eng anschloss und die Betonung der mechanischen Naturerklärung mit ihm theilte.

Es ist selbstverständlich, dass der Einfluss des Straton auf die Wissenschaft des dritten Jahrhunderts mit diesen uns zufällig erhaltenen Bruchstücken nicht erschöpft ist. Bergk[1] hat auch bei dem Astronomen Seleukos und Berger[2] bei Eratosthenes Spuren seiner physikalischen Theorien gefunden. Aber dauernd haben seine Gedanken doch nur in der Medicin und Mechanik fortgewirkt, wenn auch die banausische Empirie, die auf den ersten Aufschwung beider Wissenschaften in der philadelphischen Zeit folgte, eine eigentliche Fortentwickelung unmöglich machte. Aber von hier aus hat doch die moderne Naturwissenschaft unbewusst wieder an die Gedanken des Straton angeknüpft. Wenn sie sich daher jetzt der exacten Methode und ihrer Erfolge freut, wird sie des alten Φυσικὸς dankbar gedenken müssen, der von den Alten in Theorie und Praxis am entschiedensten auf dem Standpunkte der exacten Wissenschaft gestanden hat.

* * *

[1] Das muss σχήματα sein, wenn es nicht aus σώματα verschrieben ist.

[2] De sensu 50 τὸν ἀέρα τὸν μεταξὺ τῆς ὄψεως καὶ τοῦ ὁρωμένου τυποῦσθαι ... ἅπαντος γὰρ ἀεὶ γίνεσθαί τινα ἀπορροήν.

[1] *Fünf Abh.* a. O.

[2] Berger, die geogr. Fragm. des Hipparch (Leipzig 1869) S. 83. 87. Die geogr. Fragm. des Eratosth. S. 60. Geschichte der wiss. Erdkunde III 65.

Die einzige Ausgabe der Heronischen Pneumatik in den *Veteres Mathematici* von D. Thevenot. Paris 1693 fol., ist durchaus ungenügend: ich habe die Collationen von Friedrich Haase excerpirt, die ich der mittheilsamen Güte des Hrn. R. Schöne verdanke, und ausserdem einige flüchtige Notizen über englische Hdss., die sich in der englischen Übersetzung der Pneumatik von Benneti Woodcroft. London 1851 S. 113, finden. Nach dem, was Fr. Haase *De militarium scriptorum gr. et lat. editione instituenda* Berolini 1847 p. 41 ff. andeutet[1] und was sich mir selbst aus seinen Collationen ergeben hat, liegt die Sache so, dass alle bekannten griechischen Hdss. der Pneumatik der Renaissance angehören. Sie zerfallen in zwei Recensionen, deren eine durch den wichtigen Parisinus 2515 (in dem leider das Prooemium fehlt) und die lateinische Übersetzung Monacensis 431, die andere durch die übrigen Hdss. vertreten wird. In dieser sondern sich wieder zwei Classen, eine bessere und schlechtere, aus, wie meine Adnotatio ergibt. Zur besseren Classe gehören zwei von mir dem Haase'schen Apparate zugefügte: Der Gudianus gr. 13 (Guelferbytanus n. 423; Ebert p. 87), den ich aus der (flüchtigen) Collation J. G. Schneider's kenne, dessen Exemplar die Königl. Bibliothek dahier besitzt (vergl. seine *Eclogae Physicae* Jenae 1801. I 209. II 115 §. 45) und der Philippicus n. 1548 s. XVI (jetzt in der Berliner Bibliothek befindlich). Ich gebe überall nur die wichtigeren Lesarten.

Verzeichniss der Siglen.

a = Harleianus 5605
b = Harleianus 5589
c = Burneianus 108
d = Burneianus 81
A = Parisinus 2431
B = Parisinus 2518
D = Argentoratensis C III 6
G = Gudianus gr. 13
H = Parisinus 2512. 2513
M = Monacensis 431
P = Philippicus (Berolinensis) 1548
S = Parisinus Supplem. 11
T = Parisinus 2428
V = Parisinus Coislinianus 158
t = editio D. Thevenoti Paris. 1693 fol.

Aus dem Prooemium der Pneumatik Heron's.

ed. Paris. p. 145

Πρὸ δὲ τῶν λέγεσθαι μελλόντων πρῶτον περὶ κενοῦ διαληπτέον. οἱ μὲν γὰρ τὸ παντόλου μηδὲν εἶναι κενὸν ⟨λέγουσιν⟩· οἱ δὲ ἀθρόον μὲν κατὰ φύσιν μηδὲν εἶναι κενόν, παρεσπαρμένον δὲ κατὰ μικρὰ μόρια τῷ ἀέρι καὶ τῷ ὑγρῷ καὶ ⟨τῷ⟩ 146
πυρὶ καὶ τοῖς ἄλλοις σώμασιν· οἷς μάλιστα συμφέρεσθαι ποσήκει· ἐκ γὰρ
5 τῶν φαινομένων καὶ ὑπὸ τὴν αἴσθησιν πιπτόντων ἐν τοῖς ἑξῆς δείκνυται τοῦτο

[1] Vergl. A. de Rochas *La science des philosophes et l'art des Thaumaturges* Paris 1882 p. 78. Vergl. ferner Jo. Andr. Schmidt (a. o.) p. 14 über eine Leipziger und andere Handschriften.

1 λέγουσιν fügte J. G. Schneider zu 3 κατὰ A B D H P T V M (vergl. 121, 21): κατὰ τὰ t ⟨τῷ⟩ fügte ich zu

συμβαῖνον. * ἐν τῷ μέντοι * τὰ ἀγγεῖα τὰ δοκοῦντα εἶναι τοῖς πολλοῖς κενὰ οὐκ ἔστιν, ὡς ὑπολαμβάνουσι, κενά, ἀέρος δὲ πλήρη. ὁ δὲ ἀὴρ ἐστιν, ὡς τοῖς περὶ φύσεως πραγματευσαμένοις ἀρέσκει, ἐκ λεπτῶν καὶ μικρομερῶν σωμάτων συνεστηκὼς ἀφανῶν ἡμῖν ὄντων ὡς ἐπὶ <τὸ> πολύ. ἐὰν γοῦν εἰς τὸ δοκοῦν ἀγγεῖον κενὸν ὑπάρχειν ἐγχέῃ τις ὕδωρ, καθ' ὅσον ἂν πλῆθος τοῦ ὕδατος εἰς τὸ ἀγγεῖον ἐμπίπτῃ, κατὰ τοσοῦτον πλῆθος ἀὴρ ἐκχωρήσει. κατανοήσειε δ' ἄν τις τὸ λεγόμενον ἐκ τοῦ τοιούτου· ἐὰν γὰρ εἰς ὕδωρ καταστρέψας ἀγγεῖον τὸ δοκοῦν εἶναι κενὸν πιέζῃς εἰς τὸ κάτω ἀκλινὲς διαφυλάσσων, οὐκ εἰσελεύσεται τὸ ὕδωρ εἰς αὐτό, κἂν ὅλον αὐτὸ κρύψῃς· ὥστε δῆλον εἶναι, ὅτι σῶμα ὑπάρχων ὁ ἀὴρ οὐκ ἐᾷ παρεισελθεῖν τὸ ὕδωρ διὰ τὸ πεπληρωκέναι πάντα τὸν ἐν τῷ ἀγγείῳ τόπον· ἐὰν γοῦν τρυπήσῃ τις τὸν πυθμένα τοῦ ἀγγείου, τὸ μὲν ὕδωρ διὰ τοῦ στόματος εἰς αὐτὸ εἰσελεύσεται, ὁ δὲ ἀὴρ διὰ τοῦ τρυπήματος ἐξελεύσεται. πάλιν δὲ πρὸ τοῦ τρυπῆσαι τὸν πυθμένα, ἐάν τις ὀρθὸν ἐκ τοῦ ὕδατος τὸ ἀγγεῖον ἐπάρῃ, ἀναστρέψας ὄψεται πᾶσαν τὴν ἐντὸς τοῦ ἀγγείου ἐπιφάνειαν καθαρὰν ἀπὸ τοῦ ὑγροῦ, καθάπερ ἦν καὶ πρὸ τοῦ τεθῆναι. διὸ δὴ ὑπολητέον εἶναι σῶμα τὸν ἀέρα· γίνεται δὲ πνεῦμα κινηθείς· οὐδὲν γὰρ ἕτερόν ἐστι πνεῦμα ἢ κινούμενος ἀήρ. ἐὰν γοῦν τετυπημένου τοῦ ἀγγείου κατὰ τὸν πυθμένα καὶ εἰσπίπτοντος τοῦ ὕδατος, παραθῇ τις τῷ τρυπήματι τὴν χεῖρα, αἰσθήσεται τὸ πνεῦμα ἐκπῖπτον ἐκ τοῦ ἀγγείου· τοῦτο δὲ οὐκ ἄλλο τί ἐστιν ἢ ὁ ἐκκενούμενος ὑπὸ τοῦ ὕδατος ἀήρ. οὐχ ὑπολητέον οὖν ἐν τοῖς οὖσι κενοῦ τινα φύσιν ἀδρόαν αὐτὴν καθ' ἑαυτὴν ὑπάρχειν, παρεσπαρμένην δὲ κατὰ μικρὰ μόρια τῷ τε ἀέρι καὶ τῷ ὑγρῷ καὶ τοῖς ἄλλοις σώμασιν· εἰ μὴ ἄρα τὸν ἀδάμαντα μόνον μὴ κωνωνεῖν τῇ τοῦ κενοῦ φύσει διὰ τὸ μήτε πύρωσιν ἐπιδέχεσθαι μήτε διακόπτεσθαι, τυπτόμενον δὲ εἰς τοὺς ἄκμονας καὶ τὰς σφύρας ὅλον ἐνδύεσθαι. τοῦτο δὲ αὐτῷ παρακολουθεῖ διὰ τὴν συνεχῆ πυκνότητα· τὰ γὰρ τοῦ πυρὸς σώματα παχυμερέστερα ὄντα τῶν ἐν τῇ λίθῳ κενῶν οὐ παρεισέρχεται, ἀλλὰ μόνον ἐπιψαύει τῆς ἐκτὸς ἐπιφανείας· διόπερ μὴ προσκατειδύνοντα ἐντὸς καθάπερ ἐπὶ τῶν ἄλλων σωμάτων οὐδὲ δέχεται θερμότητα. τὰ δὲ τοῦ ἀέρος σώματα συνερείδει μὲν πρὸς ἄλληλα, οὐ κατὰ πᾶν δὲ μέρος ἐφαρμόζει, ἀλλ' ἔχει τινὰ διαστήματα μεταξὺ κενὰ καθάπερ ἡ ἐν τοῖς αἰγιαλοῖς ψάμμος. τὰ μὲν οὖν τῆς ψάμμου μόρια τοῖς τοῦ ἀέρος σώμασιν ἀποικειοῦσθαι ὑπολητέον· τὸν δὲ ἀέρα τὸν μεταξὺ τῶν τῆς ψάμμου μορίων τοῖς μεταξὺ τοῦ ἀέρος κενοῖς· διὸ καὶ πιλεῖσθαι τὸν ἀέρα συμβαίνει ἐκ βίας τινὸς προσελθούσης καὶ συνιζάνειν εἰς τὰς τῶν κενῶν χώρας, παρὰ φύσιν τῶν σωμάτων πρὸς ἄλληλα θλιβομένων· ἀνέσεως δὲ γενομένης πάλιν εἰς τὴν αὐτὴν τάξιν ἀποκαθίσταται τῇ τῶν σωμάτων

---

1 ἐν τῷ μέντοι τὰ A B D G P S V: *ex eo quod* M: τὰ μέντοι t T: etwa ἓν τὸ μέγιττον? 3 ἐκ λεπτῶν καὶ μικρομερῶν schrieb ich nach *ex parvis ac minutis corporibus* M: ἐκ λεπτῶν καὶ μικρῶν μερῶν G P[1]: ἐκ μικρῶν καὶ μικρῶν(?) A B D S T V: ἐκ λεπτῶν καὶ μικρῶν T[2]: ἐκ μικρῶν καὶ κούφων t P[2]: ἐκ λεπτῶν καὶ μικρομερῶν καὶ κούφων J. G. SCHNEIDER 4 τὸ fügte ich zu οὖν t 8 πιέζῃς M P T V: πιέζῃ t 14 ἀναστρέψας G S: *convertens* M (vergl. 7): ἀναστρέψας P t 19 ἓκ G P T: fehlt t 27 ἐμψαύει t 28 δέχεται A B D H M P S V: δέχεσθαι t 29 οὐ κατὰ] οὐκέτι t 31 ἀποικειοῦσθαι B D G P S T[2] V (*getrennt*, eigentlich *entfremdet werden*): ἀποκενοῦσθαι A M: ἀφοσιοῦσθαι t

εὐτονίᾳ, καθάπερ καὶ τοῖς τῶν κεράτων συμβαίνει ξέσμασι καὶ τοῖς ξηροῖς σπόγγοις, ὅταν συμπιληθέντα ἀνεθῇ, πάλιν ἐπὶ τὴν αὐτὴν χώραν ἀποκαθίστασθαι καὶ τὸν αὐτὸν ὄγκον ἀποδιδόναι· ὁμοίως δὲ καὶ ἐάν τινος βίας γενομένης ἀπ' ἀλλήλων διαστῇ τὰ τοῦ ἀέρος σώματα, καὶ μείζων κενὸς παρὰ φύσιν γένηται τόπος, πάλιν πρὸς ἄλληλα συντρέχειν· διὰ γὰρ τοῦ κενοῦ ταχεῖαν γίνεσθαι τὴν φορὰν τοῖς σώμασι, μηδενὸς ἀνθισταμένου μηδὲ ἀντικοπτοντος, ἕως ἂν ἀλλήλοις προσερείσῃ τὰ σώματα. ἐὰν οὖν ἀγγεῖον λαβών τις κουφότατον καὶ σύστομον, προσθεὶς τῷ στόματι ἐκμυζήσῃ τὸν ἀέρα καὶ ἀφῇ, ἐκκεισθήσεται ἐκ τῶν χειλέων τὸ ἀγγεῖον, ἐπισπωμένου τοῦ κενοῦ τὴν σάρκα πρὸς τὸ ἀναπληωθῆναι τὸν κενωθέντα τόπον· ὥστε ἐκ τούτου φανερὸν γενέσθαι, ὅτι ἄδροῦς κενὸς ὑπῆρξεν ἐν τῷ ἀγγείῳ τόπος. καὶ ἄλλως δὲ τοῦτο φανερόν· τὰ γὰρ ἰατρικὰ ῥᾳδίως ὑέλινα ὄντα καὶ σύστομα, ὅταν βούλωνται πληρῶσαι ὑγροῦ, ἐκμυζήσαντες τῷ στόματι τὸν ἐν αὐτοῖς ἀέρα, καὶ καταλαβόντες τὸ στόμιον αὐτῶν τῷ δακτύλῳ καταστρέφουσιν εἰς τὸ ὑγρόν, καὶ ἀνεθέντος τοῦ δακτύλου ἀνασπᾶται εἰς τὸν κενωθέντα τόπον τὸ ὕδωρ, καίτοι παρὰ φύσιν τῆς φορᾶς ἄνω γενομένης τῷ ὑγρῷ. καὶ τὸ περὶ τὴν σικύαν δὲ συμβαῖνον οὐκ ἀλλότριον τῶν προειρημένων ὑπάρχει. προστιθέμεναι γὰρ αὗται τῷ σώματι οὐ μόνον οὐκ ἀποπίπτουσιν ἱκανὸν ἔχουσαι βάρος, ἀλλὰ καὶ προσεπισπῶνται τὴν παρακειμένην ὕλην διὰ τῶν τοῦ σώματος ἀραιωμάτων δι' αἰτίαν τοιαύτην· ἐμβληθὲν γὰρ ἐν αὐταῖς τὸ πῦρ φθείρει καὶ λεπτύνει τὸν ἀπειλημμένον ἐν αὐταῖς ἀέρα, καθάπερ καὶ τὰ ἄλλα σώματα ὑπὸ τοῦ πυρὸς φθείρεταί τε καὶ μεταβάλλει εἰς λεπτοτέρας οὐσίας, λέγω δὴ ὕδωρ καὶ ἀέρα καὶ γῆν. ὅτι μὲν γὰρ φθείρεται, δῆλον ἐκ τῶν περιλειπομένων ἀνθράκων· οὗτοι γὰρ τὸν αὐτὸν ὄγκον διαφυλάττοντες τῷ ἐξ ἀρχῆς πρὸ τοῦ τὴν καῦσιν ἐπιδέξασθαι ἢ ὀλίγῳ ἐλάσσονα, παρὰ πολὺ τῷ βάρει διαλλάσσουσι τοῦ ἐξ ἀρχῆς. χωρεῖ δὲ τὰ διεφθαρμένα τῶν σωμάτων διὰ τῶν καπνῶν εἴς τε πυρώδη οὐσίαν καὶ ἀερώδη καὶ γεώδη· τὰ μὲν γὰρ λεπτότερα τῆς φθορᾶς εἰς τὸν ἀνωτάτω χωρεῖ τόπον, ἔνθαπερ καὶ τὸ πῦρ· τὰ δὲ τούτων μικρῷ παχυμερέστερα εἰς τὸν ἀέρα· τὰ δὲ ἔτι τούτων παχύτερα ἐπὶ ποσὸν συνανενεχθέντα τοῖς εἰρημένοις διὰ τὴν συνεχῆ φορὰν πάλιν εἰς τὸν κάτω χωρήσαντα τόπον τοῖς γεώδεσι συνάπτει. μεταβάλλει δὲ καὶ τὸ ὕδωρ εἰς τὸν ἀέρα φθειρόμενον ὑπὸ τοῦ πυρός· οἱ γὰρ ἐκ τῶν ὑποκαιομένων λεβήτων ἀτμοὶ | οὐκ 148
ἄλλο τί εἰσιν ἢ αἱ τοῦ ὑγροῦ λεπτύνσεις εἰς ἀέρα χωροῦσαι. ὅτι μὲν οὖν τὸ πῦρ διαλύει τὰ παχύτερα αὐτοῦ πάντα καὶ μεταβάλλει, ἐκ τούτων δῆλον. καὶ ἐκ τῶν ἀναθυμιάσεων δὲ τῶν ἀπὸ τῆς γῆς γινομένων· μεταβάλλει ⟨γὰρ⟩ τὰ παχύτερα τῶν σωμάτων εἰς λεπτομερεστέρας οὐσίας· αἱ γὰρ δρόσοι οὐκ ἄλλως ἀναφέρονται ἢ λεπτυνομένου τοῦ ἐν τῇ γῇ ὑδατος ὑπὸ τῆς ἀναθυμιάσεως· αὕτη

1 τῶν A B D H P S V: fehlt t ξηροῖς G M P: ξυροῖς V: fehlt A B D H S¹ T t
2 ἀποκαθίστασθαι J. G. Schneider: ἀποκαθίσταται die Hdss. 10 τούτου G P²: τούτων sonst, auch M: τοῦτόφου P¹ (vielleicht τοῦ· ψόφου und Lücke vor ὥστε vergl. S. 125, 13) 14 ἀνεθέντος M P S² T²: ἀναιρεθέντος t 21 ὑπὸ τοῦ πυρὸς G M P: fehlt A B D H S¹ t 22 καὶ (vor ἀέρα) G M P V: fehlt sonst 24 τῷ G M P S²: τὸ T: fehlt A B D H S V t ἔλαττον t 30 τὸν H: fehlt sonst 34 γενομένων t ⟨γὰρ⟩ fügte ich zu

δὲ ὑπὸ πυρώδους τινὸς οὐσίας γίνεται τοῦ ἡλίου ὑπὸ γῆν ὄντος καὶ θερμαίνοντος τὸν κατ' ἐκεῖνο τόπον, καὶ μᾶλλον ἤτοι θειώδη ἢ ἀσφαλτώδη ὄντα, ὃς θερμαινόμενος ἐπὶ πλεῖον τὴν ἀναθυμίασιν ποιεῖ· καὶ τὰ θερμὰ δὲ τῶν ὑδάτων τὰ ἐν τῇ γῇ εὑρισκόμενα ἐκ τῆς αὐτῆς αἰτίας γίνεται. τῶν οὖν ὁρόσων τὰ μὲν λεπτότερα εἰς ἀέρα μεταβάλλει, τὰ δὲ παχύτερα ἐπὶ ποσὸν συνανενεχθέντα διὰ τὴν τῆς ἀναθυμιάσεως βίαν, ταύτης ἀποψυχείσης κατὰ τὴν τοῦ ἡλίου μετατροπὴν πάλιν εἰς τὸν κάτω φέρεται τόπον. καὶ τὰ πνεύματα δὲ ἐκ σφοδρᾶς ἀναθυμιάσεως γίνεται τοῦ ἀέρος ἐξωθουμένου καὶ λεπτυνομένου καὶ ἀεὶ τὸν ἑξῆς καὶ συνεχῆ αὐτῷ κινοῦντος· ἡ μέντοι κίνησις τοῦ ἀέρος οὐ κατὰ πάντα τόπον ἰσοταχὴς γίνεται, ἀλλὰ σφοδροτέρα μὲν παρ' αὐτὴν τὴν ἀναθυμίασιν, ἀμυδροτέρα δὲ μακρυνθεῖσα τοῦ τόπου, καθ' ὃν κεκίνηται, καθάπερ καὶ ἐπὶ τῶν ἄνω φερομένων βαρῶν γίνεται. καὶ γὰρ ταῦτα τάχιον μὲν κατὰ τὸν συνεγγίζοντα τῷ κάτω τόπον κινεῖται, πρὸς ὃν ἔστι καὶ ἡ ἀποστέλλουσα αὐτὰ δύναμις· ῥᾴδιον δὲ κατὰ τὸν ἄνω· τὸ παράπαν δὲ μηκέτι παρεπομένης αὐτοῖς τῆς ἐξαποστελλούσης βίας, πάλιν εἰς τὸν κατὰ φύσιν φέρεται τόπον, λέγω δὴ εἰς τὸν κάτω· εἰ δὲ ἰσοταχῆ αὐτὰ παρέπεμπεν ἡ ἐξαποστέλλουσα βία, οὐκ ἄν ποτε ἔληξε. νυνὶ δὲ κατὰ βραχὺ ἀπολειπούσης αὐτῆς καὶ ὥσπερ δαπανωμένης, καὶ τὸ τάχος λήγει τῆς φορᾶς. καὶ τὸ ὕδωρ δὲ μεταβάλλει εἰς γεώδη οὐσίαν· ὅταν γάρ εἴς τινα γεώδη καὶ κοῖλον τόπον ἐκχέωμεν ὕδωρ, μετ' οὐ πολὺν χρόνον ἀφανὲς γίνεται ἀναποθὲν ὑπὸ τῆς γεώδους οὐσίας, ὥστε συνανακίρνασθαι καὶ γίνεται καὶ αὐτὸ γῆ. εἰ δὲ λέγοι τις ὅτι οὐ παραπλέκεται οὐδὲ ἀναπίνεται ὑπὸ τῆς γῆς, ἀλλ' ἐξικμάζεται ἀναπινόμενον ὑπὸ θερμότητος ἤτοι τοῦ ἡλίου ἢ ἑτέρου τινός, ψεῦδος λέγων ἀποδειχθήσεται· τὸ γὰρ αὐτὸ ὕδωρ ἐμβληθὲν εἴς τι ἀγγεῖον ἤτοι ὑάλινον ἢ χαλκοῦν ἢ ἐξ ἄλλης πυκνῆς ὕλης καὶ τεθὲν ἐν ἡλίῳ πολὺν χρόνον οὐκ ἐλαττοῦται, εἰ μὴ παρὰ μικρὸν μόριον παντάπασιν αὐτοῦ· ὥστε μεταβάλλει καὶ τὸ ὕδωρ εἰς γεώδη οὐσίαν. αἱ γοῦν ἰλύες καὶ οἱ βόρβοροι τοῦ ὕδατός εἰσιν εἰς γεώδη οὐσίαν μεταβολαί. μεταβάλλει δὲ καὶ ἡ λεπτοτέρα οὐσία εἰς παχυτέραν, καθάπερ ὁρῶμεν καὶ τὴν φλόγα ἐπὶ τῶν ἀποσβεννυμένων λύχνων, ὅταν ἐλλιπεῖς ἐλαίου γίνωνται, ἐπὶ ποσὸν μὲν | ἄνω φερομένην καὶ ὥσπερ 149
ἐπειγομένην εἰς τὸν ἴδιον χωρῆσαι τόπον, λέγω δὲ τὸν ἀνώτατον καὶ ὄντα ὑπὲρ τὸν ἀέρα· κατακρατηθεῖσαν δὲ ὑπὸ τοῦ πολλοῦ ἀέρος τοῦ μεταξὺ μηκέτι ἐπὶ τὸν συνεχῆ φερομένην, ἀλλ' ὥσπερ κερασθεῖσαν καὶ περιπλεχθεῖσαν τοῖς τοῦ ἀέρος

3 τὰ ἐν G P T V: ἐν A B D H V S^1 t 5 συνανενεχθέντα G P: συνανεχθέντα A B S T t: συναχθέντα H: συνεχθὲν V 8 ἀέρος H M P V: ἀέρος καὶ sonst 9 καὶ (vor συνεχῆ) M P S^2 T V: fehlt A B D H t 10 ἀμαυροτέρα G^2 S^2 T^2 11 μακρυνθεῖσα — κεκίνηται fehlt M P^1 V. An der Ursprünglichkeit der Vulgata zweifle ich καθάπερ] γίνεται καθάπερ G P^1: *longius quemadmodum* M καὶ ἡ ἐπὶ G P V 12 γίνεται] φέρεται G P V 13 κινεῖται fehlt G M P V. Vielleicht gehört hierher φέρεται Z. 12 14 αὐτῆς t 20 Nach ἀναποθὲν fügt die Vulgata τὸ ὕδωρ ein, das in G M P^1 V fehlt 21 παραπλέκεται schrieb ich: *plisteatur* (l. *complicatur* wie 124, 5, vergl. Z. 32. 125, 9) M: παραπλήσεται P T^2: παραπλάσσεται sonst 24 χαλκέον V T^2: χάλκεῃ P 25 *in parvis ipsius partibus* M 27 μεταβολαὶ M und Vulgata: μεταβολὴ G^2 P 28 ἀπὸ t 31 κατακρατηθεῖσαν schrieb ich: κρατηθεῖσαν die Hdss., vergl. 124, 4 32 vielleicht παραπλεχθεῖσαν vergl. S. 109 Anm. 1

σώμασι καὶ αὐτὴν ἀέρα γίνεσθαι. τὸ δὲ ὅμοιον ἐπινοεῖν δεῖ καὶ ἐπὶ τοῦ ἀέρος· ὅταν γὰρ οὗτος εἴς τι ἀγγεῖον οὐ μέγα ὑπάρχον καὶ ἐστεγνωμένον εἰς ὕδωρ σὺν τῷ ἀγγείῳ κατατεθῇ, εἶτα ἀναστομωθέντος τοῦ ἀγγείου καὶ τὸ στόμιον εἰς τὸ ἄνω ἔχοντος τὸ ὕδωρ ἐμπέσῃ, ὁ μὲν ἀὴρ ἐκχωρεῖ ἐκ τοῦ ἀγγείου, καταχρατηθεὶς δὲ ἐκ τοῦ πολλοῦ ὕδατος πάλιν κεράννυται καὶ παραπλέκεται, ὥστε ὕδωρ γενέσθαι. οὕτως οὖν καὶ τοῦ ἐν τῇ σικύᾳ ἀέρος φθειρομένου καὶ λεπτυνομένου ὑπὸ τοῦ πυρὸς καὶ διεκπίπτοντος διὰ τῶν τοῦ τεύχους ἀραιωμάτων, κενοῦμενος ὁ ἐντὸς τόπος ἐπισπᾶται τὴν παρακειμένην ὕλην, εἴα τις ἂν τυγχάνῃ· παραπνευσάσης δὲ τῆς σικύας ὁ μὲν ἀὴρ εἰς τὸν κενούμενον τόπον εἰσπίπτει, τῆς δὲ ὕλης οὐκέτι οὐδὲν ἐπισπάσεται. τοῖς οὖν φαμένοις τὸ καθόλου μηδὲν εἶναι κενὸν ἐκποιεῖ πρὸς ταῦτα πολλὰ εὑρίσκειν ἐπιχειρήματα καὶ τάχα φαίνεσθαι τῷ λόγῳ πιθανώτερους μηδεμιᾶς παρακειμένης αἰσθητικῆς ἀποδείξεως· ἐὰν μέντοι δειχθῇ ἐπὶ τῶν φαινομένων καὶ ὑπὸ τὴν αἴσθησιν πιπτόντων, ὅτι κενὸν ἀθρῶν ἐστιν παρὰ φύσιν μέντοι γινόμενον, καὶ κατὰ φύσιν μὲν κενόν, κατὰ λεπτὰ δὲ παρεσπαρμένον, καὶ ὅτι κατὰ πίλησιν τὰ σώματα ἀναπληροῖ τὰ παρεσπαρμένα κενά, οὐδεμίαν οὐκέτι παρείσδυσιν ἔξουσιν οἱ τοὺς πιθανοὺς τῶν λόγων περὶ τούτων προφερόμενοι. κατασκευάζεται γὰρ σφαῖρα πάχος ἔχουσα τοῦ ἐλάσματος, ὥστε μὴ εὔθλαστος εἶναι, χωροῦσα ὅσον κοτύλας ὀκτώ. στεγνὴς δὲ οὔσης αὐτῆς πάντοθεν τυπήσαντα δεῖ σίφωνα καλεῖναι χαλκοῦν (τουτέστιν σωλῆνα λεπτόν) μὴ ψαύοντα τοῦ κατὰ διάμετρον τόπου τοῦ τετρυπημένου σημείου, ὅπως ὕδατι διάρρυσις ὑπάρχῃ, τὸ δὲ ἄλλο μέρος αὐτοῦ ἐκτὸς ὑπερέχειν τῆς σφαίρας ὅσον δακτύλους τρεῖς· τὴν δὲ τοῦ τρυπήματος περιοχήν, δι' οὗ καθίεται ὁ σίφων, στεγνοῦν δεῖ κασσιτέρῳ προσλαμβάνοντα πρός τε τὸν σίφωνα καὶ τὴν ἐκτὸς τῆς σφαίρας ἐπιφάνειαν· ὥστε ὅταν βουλώμεθα τῷ στόματι διὰ τοῦ σίφωνος ἐμφυσᾶν, κατὰ μηδένα τρόπον τὸ πνεῦμα τῆς σφαίρας διεκπίπτειν. σκοπῶμεν δὴ τὰ συμβαίνοντα· ὑπάρχοντος γὰρ ἀέρος ἐν αὐτῇ, καθάπερ καὶ ἐν τοῖς ἄλλοις ἀγγείοις πᾶσι τοῖς λεγομένοις κενοῖς, τοῦ δὲ ἀέρος πεπληρωκότος πάντα τὸν ἐν αὐτῇ τόπον, καὶ προσερηρεισμένου κατὰ συνέχειαν πρὸς τὴν τοῦ τεύχους περιοχὴν καὶ μηδενὸς κενοῦ, καθάπερ οἴονται, τὸ παράπαν ὑπάρχοντος τόπου, οὐτ' ἂν ὕδωρ εἰσκρῖναι δυνηθείημεν, οὔτε ἄλλον | ἀέρα, μὴ ὑποχωρήσαντος τοῦ πρότερον ἐν αὐτῇ ὑπάρχοντος 150
ἀέρος· καὶ ἐὰν μετὰ πολλῆς βίας τὴν εἴσκρισιν ποιώμεθα, πρότερον διαρραγήσεται τὸ τεῦχος ἢ ἐπιδέξεταί τι πλῆρες ὑπάρχον· οὔτε γὰρ τὰ σώματα τοῦ ἀέρος δύναται συστολῆναι εἰς ἔλασσον μέγεθος· δεήσει γὰρ ἐν αὐτοῖς ἔχειν τινὰ διαστήματα, εἰς ἃ συμπιλούμενα ἐλάσσων αὐτοῖς ὄγκος ἔσται· τοῦτο δὲ οὐ πιθανὸν γίνεται μὴ ὄντος καθόλου κενοῦ· οὔτε συνερηρεισμένων κατὰ πάσας

5 παραπλέκεται] *complicatur* M: παραπλάσσεται alle Hdss. 7 τεύχους A B D G H M V: τάχους P^1: πάχους P^2 t 11 ἐκποιεῖ J. G. Schneider: *possunt* M: ποιεῖ H T: ἐμποιεῖ die übrigen 16 παρέκδυσιν J. G. Schneider, doch s. Heron p. 154, 49; 176, 20; 194, 12; 216, 29 Thev. 18 τοῦ ἐλάσματος] *multiplicem* M (vielleicht = πολλαπλάσιον, jedenfalls unrichtig, vergl. p. 164, 10 Thev.) 27 πᾶσι fehlt t 33 τι fehlt t τὰ σώματα (vergl. S. 125, 1) D M P T: σώματα A B V: σώματι t: τῶμά τι H 36 συνερηρεισμένων schrieb ich (vergl. Z. 28): συνηρεισμέναν die Hdss.

τὰς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων πρὸς ἄλληλα καὶ ὁμοίως πρὸς τὴν τοῦ τεύχους περιοχὴν δύναιτο ἂν διωσθέντα τόπον που ποιῆσαι, μὴ ὑπάρχοντος κενοῦ τινος· ὥστε κατὰ μηδένα τρόπον προσεισκριθῆναί τι τῶν ἐκτὸς εἰς τὴν σφαῖραν, ἐὰν μὴ ἐκχωρήσῃ τι μέρος τοῦ ἐν αὐτῇ ὑπάρχοντος πρότερον ἀέρος, εἴπερ ἐστὶ πεπυκνωμένος καὶ συνεχὴς πᾶς ὁ τόπος, ὡς οἴονται. καὶ μὴν ἐάν τις ἐθέλῃ τὸν σίφωνα βαλὼν εἰς τὸ στόμα ἐμφυσᾶν εἰς τὴν σφαῖραν, πολὺ προσεισκρινεῖ πνεῦμα μὴ ὑποχωρήσαντος τοῦ προϋπάρχοντος ἐν αὐτῇ ἀέρος· τούτου δὲ ἀεὶ συμβαίνοντος, σαφῶς δείκνυται συστολὴ γινομένη τῶν ὑπαρχόντων ἐν τῇ σφαίρᾳ σωμάτων εἰς τὰ παρεμπεπλεγμένα κενά. παρὰ φύσιν δὲ ἡ συστολὴ γίνεται διὰ τὴν τῆς εἰσκρίσεως βίαν· ἐάν τις οὖν ἐμφυσήσας καὶ παρ' αὐτὸ τὸ στόμα προσαγαγὼν τὴν χεῖρα συντόμως ἐπιπωμάσῃ τῷ δακτύλῳ τὸν σίφωνα, μενεῖ πάντα τὸν χρόνον συνεσφιγμένος ὁ ἀὴρ ἐν τῇ σφαίρᾳ· ἐὰν δὲ τις ἀναπωμάσῃ, πάλιν ἐκτὸς ὁρμήσει μετά τε ψόφου καὶ βοῆς πολλῆς ὁ προσεισκριθεὶς ἀὴρ διὰ τὸ ἐκκρούεσθαι, καθάπερ προεθέμεθα, κατὰ τὴν τοῦ προϋπάρχοντος ἀέρος διαστολὴν τὴν κατὰ τὴν εὐτονίαν γινομένην. πάλιν οὖν ἐάν τις βούληται τὸν ἐνυπάρχοντα ἐν τῇ σφαίρᾳ ἀέρα ἐξέλκειν τῷ στόματι διὰ τοῦ σίφωνος, πολὺ πλῆθος ἐπακολουθήσει, μηδεμιᾶς ἄλλης οὐσίας εἰς τὴν σφαῖραν ἀντικαταλλασσομένης, καθάπερ ἐπὶ τοῦ ᾠοῦ προείρηται· ὥστε διὰ τοῦ τοιούτου τελείως δείκνυσθαι μεγάλην ἄῤῥησιν κενοῦ γινομένην ἐν τῇ σφαίρᾳ· οὐ γὰρ μείζονα δυνατὸν γενέσθαι τὰ ὑπολειπόμενα τοῦ ἀέρος σώματα κατὰ τὸν καιρὸν τοῦτον, ὥστε συναναπληρῶσαι τὸν τῶν ἐκκρουσθέντων σωμάτων τόπον· εἰ γὰρ αὐξηθήσεται, μηδεμιᾶς αὐτοῖς οὐσίας δυναμένης ἔξωθεν προσεισκριθῆναι, πιθανὸν τὴν αὔξησιν γενέσθαι κατὰ ἀραίωσιν. αὕτη δὲ ἔσται ἡ κατὰ κένωσιν παρεμπλοκή· κενὸν δὲ οὐδέν φασιν ὑπάρχειν· οὐδὲ ἄρα αὐξηθήσεται τὰ σώματα· ἄλλην γὰρ αὔξησιν οὐδεμίαν αὐτοῖς ἐσομένην ἐπινοῆσαι δυνατόν ἐστι. φανερὸν οὖν ἐκ τῶν εἰρημένων, ὅτι τοῖς μὲν τοῦ ἀέρος σώμασι παρίσπαρταί τινα μεταξὺ κενά· διὸ βίας τινὸς προσελθούσης συνίζησιν πάσχει παρὰ φύσιν εἰς τὰ κενά· ὁ δὲ ἐν τῷ ἀγγείῳ τῷ κατεστραμμένῳ εἰς τὸ ὕδωρ ἐνὼν ἀὴρ οὐ πάνυ λαμβάνει πίλησιν· τὸ γὰρ βιαζόμενον οὐκ ἔστιν ἀξιόχρεων διὰ τὸ τὸ ὕδωρ φυσικῶς αὐτὸ ἐν ἑαυτῷ μήτε βάρος μήτε ἔκθλιψιν σφοδρὰν ἔχειν· ὅθεν συμβαίνει τῶν κατακολυμβώντων εἰς τὸν βυθὸν τῆς θαλάσσης μετρητὰς ἀπείρους ἐχόντων κατὰ τῶν νώτων τὰς ἀναπνοὰς μὴ βιάζεσθαι ὑπὸ τοῦ ὕδατος ὀλίγου παντελῶς ἐν τοῖς μυκτῆρσιν ἀέρος ἀπειλημμένου. τίς δὲ ἔστιν ἡ αἰτία, δι' ἣν, ὡς εἴρηται, οἱ ἐν τῷ βυθῷ κολυμβῶντες ἄπειρον βάρος ἔχοντες ὕδατος κατὰ τῶν νώτων οὐ θλι-

---

6 προσεισκρινεῖ schrieb ich nach *intromittet* M: προσεισκρίνει (-ιη G P) die Hdss. 9 παρεμπεπλεγμένα wie p. 165, 25 Thévenot, vergl. Z. 23. Doch s. S. 109 Anm. 1 12 συνεσφιγμένος schrieb ich: *compressus* M: συνεσφιγμένος G P: συνεσφιγμένος V: συνεσφιγνυμένος (oder -νομένος) vulg. 14 κατὰ a M P^2 S T: fehlt A B H V t 16 ἐνυπάρχοντα H S T: ὑπάρχοντα sonst ἀέρα ἐξέλκειν ἐν τῇ σφαίρᾳ Vulg.: ἀ. ἐν τ. σ. ἐ B^2 G M P 17 ἐπακολουθήσει A B D G H: ἀκολουθήσει vulg. 23 παρεμπλοκή schrieb ich (vergl. Z. 9): παρεισπλοκή die Hdss. 26 *violentia vero* (i. e. βίας δὲ) M 30 κολυμβώντων A B D t 32 διάζεσθαι] *cogi sive comprimi* (also β. ἢ θλίβεσθαι) M 33 ἀέρος a b c M P S T V: fehlt Vulg. ὡς fehlt t

βονται, ἄξιον ἐπιστῆσαι. λέγουσι δή τινες, διότι τὸ ὕδωρ ἰσοβαρὲς αὐτὸ καθ' ἑαυτό ἐστιν. (οὗτοι δὲ οὐδὲν ἀποφαίνονται, διότι οἱ κάτω κολυμβῶντες οὐ θλίβονται ὑπὸ τοῦ ὑπεράνω ὕδατος. ἀποδεικτέον δὲ οὕτως· ὑπολάβωμεν τὸ ὑπεράνω ὑγρὸν [ἀπὸ] τῆς τοῦ θλιβομένου ἐπιφανείας, καθ' ἣν ἐπίκειται αὐτῷ τὸ ὕδωρ, σῶμά τι ἰσοβαρὲς ὂν τῷ ὑγρῷ, τὸ αὐτὸ σχῆμα ἔχειν τῷ ὑπεράνω ὑγρῷ· τοῦτο δὲ ἐμβεβλῆσθαι εἰς τὸ ὑγρόν, ὥστε τὴν κάτω ἐπιφάνειαν αὐτοῦ ἁρμόζειν τῷ θλιβομένῳ, καὶ ὥσπερ καὶ αὐτὸ εἶναι καὶ ὁμοίως ἐπικεῖσθαι τῷ πρότερον ἐπικειμένῳ ὑγρῷ· φανερὸν οὖν ὅτι τοῦτο τὸ σῶμα οὔτε ὑπερέχει τι τοῦ ὑγροῦ ἀφεθὲν οὔτε καταδύσεται ὑπὸ τὴν τοῦ ἄνω ὑγροῦ ἐπιφάνειαν. ἀπεδείχθη γὰρ Ἀρχιμήδει ἐν τοῖς Ὀχουμένοις, ὅτι τὰ ἰσοβαρῆ τῷ ὑγρῷ σώματα ἀφεθέντα εἰς τὸ ὑγρὸν οὔτε ὑπερέξει τοῦ ὑγροῦ οὔτε καταδύσεται, οὐδ' ἄρα θλίψει τὰ ὑποκείμενα· ἀφεθέντων δὲ τῶν ἄνωθεν θλιβόντων μενεῖ τὸ σῶμα ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ· πῶς οὖν θλίψει τὸ σῶμα τὸ μὴ ἔχον ὄρεξιν εἰς τὸ κάτω; τὸν αὐτὸν δὲ τρόπον καὶ τὸ ὑγρόν, ἔνθα ἦν τὸ σῶμα, οὐ θλίψει τὰ ὑποκείμενα· ἕνεκα γὰρ μονῆς τε καὶ κινήσεως διαφέρει τὸ εἰρημένον σῶμα τοῦ τὸν αὐτὸν τόπον ἐπέχοντος ὑγροῦ.) ὅτι δ' ἔστι κενά, καὶ ἐκ τούτων ἄν τις καταλάβοι. μὴ γὰρ ὄντων αὐτῶν, οὐτ' ἂν διὰ τοῦ ὕδατος οὔτε διὰ τοῦ ἀέρος οὔτε δι' ἄλλου σώματος οὐδενὸς ἠδύνατο ἂν διεκπίπτειν τὸ φῶς οὐδὲ ἡ θερμότης οὐδ' ἄλλη δύναμις οὐδεμία σωματική. ἐπεὶ πῶς ἂν αἱ τοῦ ἡλίου ἀκτῖνες [τοῦ ὕδατος] διεξέπιπτον εἰς τὸν τοῦ ἀγγείου πυθμένα; εἰ γὰρ τὸ ὑγρὸν μὴ εἶχε πόρους, ἀλλὰ βίᾳ διέστελλον αἱ αὐγαὶ τὸ ὕδωρ, συνέβαινεν ἂν ὑπερεκχεῖσθαι τὰ πλήρη τῶν ἀγγείων· ὅπερ οὐ φαίνεται γινόμενον· ἔτι δὲ καὶ ταύτῃ φανερόν· εἰ γὰρ βίᾳ τὸ ὕδωρ διέστελλον, οὐκ ἂν τῶν ἀκτίνων αἱ μὲν ἀνεκλῶντο πρὸς τὸν ἄνω τόπον, αἱ δὲ καὶ κάτω διεξέπιπτον· νυνὶ δὲ ὅσαι μὲν προσκόπτουσιν αὐγαὶ τοῖς τοῦ ὕδατος μορίοις, ὥσπερ ἀνακρουόμεναι ἀνακλῶνται πρὸς τὸν ἄνω τόπον· ὅσαι δὲ εἰς τὰ κενὰ τοῦ ὕδατος ἐμπίπτουσιν, ὀλίγοις προσπίπτουσαι μορίοις αὗται διεκ- 152
πίπτουσιν εἰς τὸ τοῦ ἀγγείου ἔδαφος. ἔτι δὲ καὶ ταύτῃ φανερόν, ὡς ἐν τῷ ὕδατι ὑπάρχει κενὰ τῷ τὸν ἐμβαλλόμενον οἶνον εἰς τὸ ὕδωρ ὁρᾶσθαι κατὰ χύσιν εἰς πάντα τόπον τοῦ ὕδατος χωροῦντα· τοῦτο δὲ οὐκ ἂν ἐγίνετο μὴ ὄντων ἐν τῷ ὕδατι κενῶν. φέρεται δὲ καὶ τὸ φῶς τὸ ἕτερον διὰ τοῦ ἑτέρου· ὅταν γάρ τις πλείους ἄψῃ λύχνους, ἅπαντα φωτίζεται μᾶλλον, τῶν αὐγῶν πάντῃ φερο-

2 κατακολυμβῶντες J. G. Schneider (doch s. S. 125, 34). 4 ἀπὸ tilgte J. G. Schneider. Vielleicht ⟨αὐτῇ⟩ τοῦ ὑπεράνω ὑγροῦ αὐτῷ (nämlich τῷ θλιβομένῳ) J. G. Schneider: αὐτὸ die Hdss. 5 σῶμά τι B M P: σώματι sonst 33 καὶ αὐτὸ schwerlich richtig: αὐτὸ (ohne καὶ) P: *et tanquam idem sit* (= καὶ ὥσπερ τὸ αὐτὸ εἶναι) M πρότερον G M P V: προτέρῳ vulg. 10 Ἀρχιμήδει ἐν τοῖς Ὀχουμένοις I 3 (II 362 cf. 357, 10 Heiberg) 12 ἀφεθέντων δὲ schrieb ich (vergl. Z. 9): ἀφαιρεθέντων δὲ (δὲ fehlt G P) die Hdss.: *ablatis igitur* M: vielleicht ἀλλ' ἀφεθέντων 14 μενεῖ schrieb ich: μένει die Hdss. 15 Ich verstünde eher μένοις τῆς κινήσεως »nur hinsichtlich der Bewegung« 18 οὐδὲ (vor ἡ) Straton (vergl. S. 127): οὔτε die Hdss. 19 διεξέπιπτον Straton und M (vergl. zu Z. 26): διὰ τοῦ ὕδατος ἐξέπιπτον die griech. Hdss. 20 πόρους P: *porros* M! 21 αὐγαὶ] αὐταὶ t. Ebenso Z. 24 25 ὅσας t 26 διεκπίπτουσιν schrieb ich (vergl. Z. 19. 24. 127, 2): διαπίπτουσιν die Hdss. 29 εἰς fehlt t 31 αὐγῶν J. G. Schneider: αὐτῶν die Hdss.

μένων δι' ἀλλήλων. ἀλλὰ μὴν καὶ διὰ χαλκοῦ καὶ σιδήρου καὶ τῶν ἄλλων ἁπάντων διεκπίπτει σωμάτων, καθάπερ καὶ τὸ ἐπὶ τῆς νάρκης τῆς θαλασσίας γινόμενον. ὅτι δὲ καὶ ἀθροῦν κενὸν γίνεται παρὰ φύσιν, δέδεικται διά τε τοῦ προσφερομένου τῷ στόματι κούφου ἀγγείου καὶ διὰ τοῦ ἰατρικοῦ ῥοῦ. περὶ μὲν οὖν τῆς τοῦ κενοῦ φύσεως καὶ ἄλλων πλειόνων οὐσῶν ἀποδείξεων ἱκανὰς εἶναι καὶ τὰς εἰρημένας νομίζομεν· καὶ γὰρ δι' αὐτῶν τῶν αἰσθητῶν τὰς ἀποδείξεις ἐποιησάμεθα. ἐπὶ πάντων τοίνυν ἔστιν εἰπεῖν, ὅτι πᾶν μὲν σῶμα ἐκ λεπτομερῶν συνέστηκε σωμάτων, ὧν μεταξύ ἐστι παρεσπαρμένα κενὰ ἐλάττονα τῶν μορίων· διὸ καὶ καταχρηστικῶς ἂν ἡδὲν εἶναι κενὸν ⟨ἄθροον⟩ λέγεμεν βίας τινὸς μὴ παρεισελθούσης, ἀλλὰ πάντα πλήρη εἶναι ἤτοι ἀέρος ἢ ὑγροῦ ἢ ἄλλης τινὸς οὐσίας· καθ' ὁπόσον δ' ἂν τι τούτων ἐκχωρῇ, κατὰ τοσοῦτον ἕτερον ἐπακολουθεῖν τὸν κενούμενον ἀναπληροῦ τόπον. καὶ ὅτι κενὸν μὲν ἄθροῦν οὐκ ἔστι κατὰ φύσιν βίας τινὸς μὴ παρεισελθούσης, καὶ πάλιν ὅτι οὐκ ἔστι ποτὲ τὸ παράπαν κενόν, παρὰ φύσιν δὲ γινόμενον. τούτων δὴ διασεσαφηνισμένων ἑξῆς τὰ διὰ τῆς συμπλοκῆς τῶν εἰρημένων στοιχείων ἐπιτελούμενα θεωρήματα γράψωμεν. ἔστι γὰρ δι' αὐτῶν εὑρίσκειν πάνυ ποικίλας καὶ θαυμασίας κινήσεις.

2 διαπίπτει t θαλαττῆς t 5 οὖν G M P: fehlt sonst πλειόνων] πολλῶν C¹ P¹ 9 ἄθροῦν fügte ich wider die Hdss. zu, vergl. Z. 12 16 πάνυ G P¹: πάνυ τι die Vulg.: πάνυ τι J. G. Schneider.

Zu S. 126, 17—24 vergl. Simpl. Phys. S. 693, 11:

Ὅ μέντοι Ναυσιφάνους Στράτων δεικνύναι πειᾶται, ὅτι ἔστι τὸ κενὸν διαλαμβάνον τὸ πᾶν σῶμα, ὥστε μὴ εἶναι συνεχές, λέγων ὅτι »οὐκ ἂν δι' ὕδατος ἢ ἀέρος ἢ ἄλλου σώματος ἐδύνατο διεκπίπτειν τὸ φῶς οὐδὲ ἡ θερμότης οὐδὲ ἄλλη δύναμις οὐδεμία σωματική. πῶς γὰρ ἂν αἱ τοῦ ἡλίου ἀκτῖνες διεξέπιπτον εἰς τὸ τοῦ ἀγγείου ἔδαφος; εἰ γὰρ τὸ ὑγρὸν μὴ εἶχε πόρους, ἀλλὰ δι' ὅλου διέστελλον αὐτὸ αἱ αὐγαί, συνέβαινεν ὑπερεκχεῖσθαι τὰ πλήρη τῶν ἀγγείων, καὶ οὐκ ἂν αἱ μὲν τῶν ἀκτίνων ἀνεκλῶντο πρὸς τὸν ἄνω τόπον, αἱ δὲ κάτω διεξέπιπτον«.

Über eine Berührung des jüngeren Cynismus mit dem Christenthum.

Von E. Zeller.

Sokrates bezeichnet es bekanntlich in seiner Vertheidigungsrede (Plato Apol. 28D—30C) als seinen von der Gottheit ihm übertragenen Beruf, jedermann, und insbesondere seine Mitbürger, dazu anzuhalten, dass sie vor allem anderen auf das Wohl ihrer Seele, auf ihre geistige Vervollkommnung, auf Tugend und Einsicht bedacht seien; er vergleicht die Athener (30E) mit einem edeln und starken, aber träge gewordenem Ross und sich selbst mit einer Bremse, die demselben beigegeben sei, um es fortwährend aufzustacheln, um jedem Einzelnen unablässig »mit Ermahnen, Zureden und Schelten« anzuliegen; und er erklärt unter Anrufung des Grundsatzes, dass man Gott mehr gehorchen müsse als den Menschen, diesem seinem höheren Berufe so lange er athme auf jede Gefahr hin treu bleiben zu wollen. In dieser seelsorgerlichen Thätigkeit, von welcher uns die platonischen und xenophontischen Schriften so viele Belege an die Hand geben, hat keine andere sokratische Schule ihrem Meister so unverdrossen und erfolgreich nachgeeifert, wie die cynische. Zur Bezeichnung der Aufgabe, welche sie mit derselben übernommen hatten, bedienen sich die Cyniker mit Vorliebe der Vergleichung des Philosophen mit dem Arzte, die ja auch Plato nicht fremd ist. Schon bei Antisthenes und Diogenes begegnet uns aber der gleiche Gedanke noch in einer anderen Einkleidung: der Philosoph ist ein Abgesandter der Gottheit, welcher das Thun und Treiben der Menschen beobachtet und beaufsichtigt, er ist ihnen von den Göttern zum κατάσκοπος und ἐπίσκοπος gesetzt.[1] Besonders beliebt ist diese Darstellung in der Folge bei den Männern, welche sich seit dem Beginn der römischen Kaiserzeit von Zeno und Chrysippus zu Antisthenes und Diogenes zurückwandten, und unter

[1] Dass auch diese Darstellung schon auf die ersten Cyniker zurückgeht, zeigt Norden Jahrb. f. cl. Philol. 1892, 19. Supplementb. S. 377 f. aus Diog. VI, 18 (κύριος ἢ κατάσκοποι), 43 (Plut. De exil. 16 S. 606. Epikt. Diss. III, 22, 24). 102. Lucian Dial. mort. 10, 2.

dem Namen von Cynikern, oft in sehr aufdringlicher, prahlerischer und herausfordernder Weise, in allen Theilen der römischen Welt als Sittenprediger und freiwillige Seelsorger auftraten. Neben der stehenden Vergleichung der Philosophen mit den Ärzten pflegen diese jüngeren Cyniker ebenso, wie ihre Vorgänger, sich als die Botschafter darzustellen, welche die Gottheit zur Überwachung der Menschen in die Welt gesandt habe. Unter diesem Gesichtspunkt wird ein Diogenes von seinen Bewunderern, Dio Chrysostomus und Epiktet gepriesen. Jener erzählt or. IX Anf., wie der Cyniker die isthmischen Festspiele besucht habe, nicht um sich an ihnen zu ergötzen, ἀλλ' ἐπισκοπῶν τοὺς ἀνθρώπους καὶ τὴν ἄνοιαν αὐτῶν. Dieser lässt ihn (I, 24, 6) als κατάσκοπος zu den Menschen geschickt werden und sie darüber belehren, dass nichts von dem allem ein Übel sei, was man gewöhnlich dafür hält. Das gleiche gilt aber ihm zufolge von jedem ächten Philosophen. Der Cyniker, sagt er III, 22, 23, d. h. der wahre Philosoph, »muss wissen, dass er als ein Bote von Zeus zu den Menschen gesandt ist«, um sie zu belehren und auszukundschaften. »Denn er ist in Wahrheit ein κατάσκοπος τοῦ τίνα ἐστὶ τοῖς ἀνθρώποις φίλα καὶ τίνα πολέμια«,[1] und er hat diesem seinem Berufe furchtlos und rücksichtslos nachzukommen. Er hat die Menschen in allem ihrem Thun zu beaufsichtigen (ἐπισκοπεῖν): wie sie ihrem Hauswesen vorstehen, wie sie mit ihrer Frau leben u. s. w. (§. 72 f. ebenso §. 77). Sagt man ihm aber, er brauche sich nicht um Dinge zu kümmern, die ihn nichts angehen, verbittet man sich jenes *aliena negotia curare*, mit dem schon Horaz (Sat. II, 3, 18) den bankerott gewordenen stoischen Moralprediger Damasippus aufzieht, so antwortet Epiktet (§. 97): wer für die Angelegenheiten der Menschheit sorgt, der sorge nicht für Fremdes, sondern für Eigenes. Der Philosoph ist, wie er glaubt, der geborene Vormund aller andern, und niemand hat das Recht, diese Bevormundung abzulehnen.

Indessen war dem Cynismus bald nach seiner Wiederbelebung im römischen Reiche am Christenthum eine geistige Macht zur Seite getreten, welche die Gemüther der Menschen ungleich wirkungsvoller, nachhaltiger und allgemeiner, als er, zu ergreifen verstand. Beide giengen nun in ihrem Standpunkt und ihren letzten Zielen viel zu weit auseinander, um sich auf die Dauer verständigen zu können; zu welchen Zusammenstössen es zwischen ihnen kommen konnte, sehen wir daraus, dass es gerade ein Cyniker, der Philosoph Crescens war, auf dessen Betrieb Justin der Märtyrer 165 hingerichtet wurde. Aber eine sittliche Umwandlung der Menschen verlangten auch die

[1] Auch §. 38. 69 kehrt der ἄγγελος καὶ κατάσκοπος wieder.

Christen; der Zustand derselben erschien auch ihnen als durchaus verderbt, und sie fühlten sich verpflichtet, durch Lehre und Ermahnung, durch Predigt und Seelsorge an seiner Besserung zu arbeiten, von dem Leichtsinn und der Genussucht zur Frömmigkeit und Weltentsagung hinzuführen. Die Christen traten so ihrer Umgebung in einer ähnlichen Stellung entgegen, wie ihre cynischen Zeitgenossen. Sie mussten sich aber dadurch auch (abgesehen von dem, was den unwürdigeren Vertretern des Cynismus persönlich zur Last fiel) die gleichen Vorwürfe, wie jene, um so gewisser zuziehen, je ernster sie es mit den sittlichen Anforderungen nahmen und je unnachsichtiger sie dieselben, auch mit den Mitteln der Kirchenzucht, bei denen durchführten, die ihrer Gemeinde beigetreten waren. Wie leicht dadurch namentlich im Familienleben Conflicte herbeigeführt werden konnten, zeigt unter anderem ein Vorfall, den Justin im Eingang seiner zweiten Apologie erzählt: dass eine Frau, die zum Christenthum übergetreten war und sich von ihrem heidnisch gebliebenen Manne wegen seines sittenlosen Lebens getrennt hatte, nun von diesem als Christin zur Anzeige gebracht, und dass bei dieser Gelegenheit noch drei weitere Christen zum Tode verurtheilt wurden. Nehmen wir dazu, dass die Christen ihrerseits in ihrem Glaubenseifer auch nicht immer die Rücksichten beobachteten, die unter so schwierigen Verhältnissen doppelt geboten gewesen wären, so war es noch eine verhältnissmässig harmlose Anschuldigung, wenn ihnen neben den gefährlicheren Anklagen des Atheismus, des Ungehorsams gegen die Staatsgesetze, und der Theilnahme an verbotenen Verbindungen, ebenso wie den gleichzeitigen Cynikern die Einmischung in fremde Angelegenheiten zum Vorwurf gemacht wurde. Eine Spur dieses Vorwurfs und zugleich das Geständniss, dass er nicht immer ohne Grund war, findet sich auch in einer von unsern neutestamentlichen Schriften.

Im ersten Brief des Petrus, der jedenfalls erst dem zweiten Jahrhundert angehört, und mir sogar kaum älter zu sein scheint als Justin's erste Apologie, wird 4, 15 den Lesern gesagt: keiner von ihnen möge sich der Leiden schämen, die ihm als Christen widerfahren, wenn sie ihn nur nicht als Mörder oder Dieb oder Übelthäter oder als ἀλλοτριεπίσκοπος treffen. Dieses letztere Wort, das nur in unserer und von ihr abhängigen Stellen vorkommt, wird nun gewöhnlich so gedeutet, dass es jemand bezeichnen soll, der in ein fremdes Amt eingreift. Allein wenn dieses ein christliches Kirchenamt sein sollte, so lässt sich nicht absehen, wie Eingriffe in ein solches das Einschreiten der heidnischen Obrigkeit, um das es sich hier handelt, hätten veranlassen können. Wollte man andererseits an Eingriffe in bürgerliche Ämter denken, so steht dem im Wege, dass

diese im N. T. niemals mit ἐπίσκοπος und ἐπισκοπὴ bezeichnet werden, und dass die Christen, die sich im allgemeinen bürgerlichen Ämtern zu entziehen suchten, zu Eingriffen in dieselben wohl in der Regel weder Neigung noch Gelegenheit hatten. Wir müssen uns daher nach einer andern Erklärung des ἀλλοτριοεπίσκοπος umsehen: und eine solche gibt die oben besprochene Stelle Epiktet's III, 22, 97 an die Hand. Wenn dieser seinen Cyniker gegen den Vorwurf der Einmischung in fremde Angelegenheiten mit den Worten in Schutz nimmt: οὐ γὰρ τὰ ἀλλότρια πολυπραγμονεῖ ὅταν τὰ ἀνθρώπινα ἐπισκοπῇ, ἀλλὰ τὰ ἴδια, so gibt er uns den genauen Begriff des ἀλλοτριοεπίσκοπος, er bestreitet nur, dass dieser Begriff auf den philosophischen Sittenprediger Anwendung finden könne. Denselben Begriff wird auch der Verfasser des Petrusbriefes mit dem gleichlautenden Worte verbinden. Er warnt seine Leser, sich durch eine Einmischung in Dinge, die mit dem Bekenntniss ihres Glaubens nichts zu thun haben, Ungelegenheiten auszusetzen. Fand er aber diese Warnung nöthig, so muss es unter den damaligen Christen nicht an Leuten gefehlt haben, welche in ähnlicher Weise, wie die gleichzeitigen Cyniker, sich und ihre Sache durch die Aufdringlichkeit blosstellten, mit der sie sich zu Berathern und Seelsorgern ihrer Mitmenschen auch da aufwarfen, wo niemand ihres Rathes begehrte, und welche sich dadurch die gleichen Vorwürfe zuzogen wie jene.

Ausgegeben am 2. März.

1893.
X.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

23. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

Hr. Kundt las über das Hall'sche Phaenomen in Nickel, Cobalt und Eisen.

Die Mittheilung folgt umstehend.

Das Hall'sche Phaenomen in Eisen, Cobalt und Nickel.

Von A. Kundt.

Hierzu Taf. I.

Bald nachdem Hall entdeckt hatte, dass die Aequipotentiallinien eines galvanischen Stromes, welcher eine dünne Platte durchfliesst, durch eine magnetisirende Kraft, deren Richtung senkrecht zu der Ebene der Platte ist, gedreht werden, gab er auch das experimentelle Gesetz für diese Erscheinung, die jetzt allgemein den Namen des Hall'schen Phaenomens führt. Wir nehmen die gewöhnliche Anordnung, bei welcher eine rechteckige Platte zwischen zwei parallelen Polflächen eines Electromagneten so aufgestellt ist, dass die Platte den Polflächen parallel steht. Auf zwei gegenüberliegenden Kanten derselben sind der Länge nach zwei Drähte als Elektroden aufgelöthet, welche zur Zuführung des Stromes, den wir kurz den primären nennen wollen, dienen. In der Mitte der anderen beiden Kanten sind an zwei Punkten gleichen Potentials des die Platte durchfliessenden Stromes zwei punktförmige Elektroden angebracht. Zwischen diesen tritt bei Erregung des Elektromagneten eine Potentialdifferenz, e, auf, deren Grösse nach Hall ist

$$e = \frac{R \cdot J \cdot M}{d}$$

J bezeichnet hierbei die Intensität des Primärstromes, M die Stärke des magnetischen Feldes, d die Dicke der Platte. R bezeichnet eine für das Material der Platte charakteristische Constante, welche Hall den »Rotationscoefficienten« des betreffenden Materials nennt. Er bezeichnet den letztern als positiv, wenn die Drehung der Aequipotentiallinien in demselben Sinne erfolgt, wie der das Magnetfeld erregende Strom fliesst; findet das Umgekehrte statt, so wird der Coefficient negativ bezeichnet. Die durch die Formel ausgedrückte Abhängigkeit der Grösse e von der Dicke der Platte und der Intensität des Primärstromes ist durch die Versuche von Hall und Anderen, insbesondere durch A. von Ettingshausen und W. Nernst hinreichend bestätigt.

Anders liegt es mit der Proportionalität von e, welche Grösse wir wie üblich Hall-Effect nennen wollen, mit der Stärke des Magnetfeldes. Alle bisherigen sorgfältig ausgeführten Versuche haben übereinstimmend ergeben, dass bis zu den Werthen von M, zu welchen man bisher gieng, bei den schwach magnetischen oder schwach diamagnetischen Metallen die Grösse e dem M proportional bleibt. Versuche von Hall[1] und von von Ettingshausen und Nernst[2] ergeben dagegen für Nickel nicht mehr die erwähnte Proportionalität. Hr. Hall weist an seinen Zahlen schon nach, dass der Hall-Effect im Nickel viel mehr der Magnetisirung der Platten proportional sei, und Hr. Goldhammer[3] zeigt dies an einer Beobachtungsreihe von v. Ettingshausen und Nernst, indem er für die verschiedenen Feldstärken die Magnetisirung der Nickelplatte aus den bezüglichen Rowland'schen Untersuchungen berechnet. Für Co und Fe ist dagegen die Beziehung des Hall-Effects zu der Magnetisirung nicht mit Sicherheit nachweisbar, da die Versuche nicht über die Grenzen, innerhalb welcher die Magnetisirung der magnetisirenden Kraft proportional bleibt, hinreichend hinausgehen.

Für eine zu entwickelnde Theorie des Hall'schen Phänomens ist es aber, wie schon Hall hervorhob, von der grössten Wichtigkeit zu constatiren, ob in allen den drei stark magnetischen Metallen Fe, Co und Ni der Hall-Effect genau der Magnetisirung proportional bleibt, um so mehr als Nickel sich bezüglich der Rotation der Aequipotentiallinien umgekehrt verhält wie Eisen und Cobalt.

Der Rotationscoefficient ist nämlich nach Hall für Eisen und Cobalt positiv, für Nickel negativ.

Ich habe es daher unternommen, noch einmal für Fe, Co und Ni den Hall-Effect bis zu so hohen Magnetfeldern als ich mit den mir zu Gebot stehenden Mitteln erreichen konnte (etwa 22000 (cm.$^{-1/2}$ gr.$^{1/2}$ sec.$^{-1}$) zu untersuchen und zugleich an denselben Platten, die für diese Versuche dienten, die jeweilige Magnetisirung durch eine Grösse die dieser Magnetisirung proportional ist zu ermitteln. Indem ich sehr dünne, noch durchsichtige Platten der genannten Metalle, welche auf platinirtem Glas galvanoplastisch niedergeschlagen wurden, benutzte, konnte ich für alle die Feldstärken, für welche der Hall-Effect gemessen wurde, auch die Drehung der Polarisationsebene des Lichtes in den im magnetischen Feld befindlichen Platten beobachten. Diese Drehung ist nach der Gesammtheit der vorliegenden Untersuchungen

[1] Philosoph. Mag. Bd. 12. 1881.
[2] Sitzungsberichte d. Wiener Akad. Bd. 94. 1886.
[3] Wiedemann's Annalen Bd. 46. p. 98. 1892.

der Magnetisirung der Platten proportional.[1] Es hat sich das Resultat ergeben, dass innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler HALL-Effect und elektromagnetische Drehung der Polarisationsebene in Platten von Fe, Co und Ni einander proportional bleiben. Damit ist die Proportionalität zwischen Magnetisirung und HALL-Effect für diese Substanzen sicher erwiesen.

Ich gebe zunächst eine kurze Beschreibung der Anordnung der Versuche, dann eine Beobachtungsreihe mit einer Goldplatte und eine andere mit einer Silberplatte. Diese Reihen sollen nur zeigen, dass die ganze Anordnung gut und sicher functionirte. Es folgen dann die Beobachtungen an Fe, Co und Ni.

Zum Schluss berichte ich über einige Versuche, die ich mit Wismuthplatten angestellt habe, welche galvanoplastisch auf platinirtem Glas niedergeschlagen waren. Das Resultat derselben ist bis jetzt im Widerspruch mit allen bisherigen Arbeiten, welche einen sehr grossen HALL-Effect im Wismuth ergeben. Die galvanoplastisch hergestellten Wismuthschichten zeigten einen so kleinen Effect, dass derselbe mit dem für die anderen Metalle benutzten Galvanometer genau messend nicht verfolgt werden konnte.

Um im Folgenden in den Bezeichnungen kurz sein zu können, nenne ich, in Übereinstimmung mit früheren Beobachtern, den Strom, welcher die Platte durchfliesst, wie schon bemerkt, den »primären Strom«, die Elektroden, welche ihn der Platte zuführen, die »primären Elektroden«; die Elektroden, welche den durch den Magnetismus abgeleiteten Strom führen »HALL-Elektroden« oder »secundäre Elektroden«, diesen Strom selbst »secundären Strom«. Der Strom, welcher den Magnet erregt, möge »magnetisirender Strom« heissen.

Dann möchte ich nicht unterlassen, dankend zu erwähnen, dass bei Anstellung der Versuche mir Hr. Dr. H. RUBENS in jeder Weise behülflich war.

Anordnung der Apparate.

1. Die Metallplatten.

Die zu benutzenden Metallplatten wurden, wie schon bemerkt ist, elektrolytisch auf platinirtem Glas niedergeschlagen, wie ich dies früher bei meinen Versuchen über magnetische Circularpolarisation in den Metallen beschrieben habe.[2] Dann wurde mit dem Diamant ein

[1] DU BOIS. WIEDEM. Ann. Bd. 31. pag. 941. 1887.
[2] WIEDEM. Ann. Bd. 23. pag. 228. 1884 und Bd. 27. pag. 191. 1886.

ungefähr quadratisches Stück des niedergeschlagenen Metalles, welches im durchfallenden Licht noch möglichst gleichförmig erschien, so dass man annehmen konnte, dass die Metalldicke durchweg die gleiche sei, abgegrenzt. Dies Stück stand dann mit dem andern Theil nicht mehr in leitender Verbindung. Auf zwei gegenüberliegenden Kanten des abgegrenzten Stückes wurden der ganzen Länge nach zwei Drähte angelöthet, welche den primären Strom zuführen sollten, auf den anderen Kanten wurden möglichst in die Mitte zwei dünne Drähte gelöthet, die Hall-Elektroden. Der ganze Flächeninhalt der benutzten Metallschicht betrug meist weniger als $^1/_4{}^{qcm}$.

2. Der Magnet.

Zur Erzeugung des Magnetfeldes diente ein älterer, mittelgrosser Elektromagnet Ruhmkorff'scher Construction. Da ich zu möglichst hohen Feldern kommen wollte, mussten besondere Polstücke angefertigt werden. Es waren dies abgestumpfte Kegel, deren vordere kreisförmige Abstumpfungsfläche einen Durchmesser von 10^{mm} hatte. Dieselben waren für die Beobachtung der Circularpolarisation mit centralen Durchbohrungen von 3^{mm} Durchmesser versehen. Die beiden Polflächen hatten einen Abstand von 5^{mm}. Das Magnetfeld zwischen ihnen ist als homogen zu betrachten. Da die grösste Seitenlänge der benutzten Platten 7^{mm}, der Durchmesser der Polplatten dagegen 10^{mm} betrug, so konnten die Metallstücke zwischen den Polplatten stets so eingestellt werden, dass sie mit ihren Flächen senkrecht zu den magnetischen Kraftlinien sich ganz in dem homogenen magnetischen Feld befänden. Für die Bestimmung der elektromagnetischen Circularpolarisation in den Schichten von Fe, Co und Ni musste abwechselnd die Metallschicht, in welcher der Hall-Effect beobachtet war und eine von dem Metall freie, platinirte Stelle des Glases zwischen die Pole gebracht werden, um durch Differenzbestimmungen die Drehung der Polarisationsebene in Fe, Co und Ni zu erhalten. Zu diesem Zweck war die mit dem Metall überzogene platinirte Glasplatte an einem verschiebbaren Gestell angebracht, dessen Verschiebungen durch Anschläge begrenzt waren, so dass mit Sicherheit immer die eine oder die andere Stelle genau in die Mitte des Magnetfeldes, vor die Durchbohrungen gebracht werden konnte. Der Magnet wurde durch den Strom, den die Berliner Elektricitätwerke liefern, erregt. Um verschiedene Magnetfelder zu erhalten wurden in den magnetisirenden Strom passende Widerstände eingeschaltet.

3. Der optische Apparat.

Als Lichtquelle für die Drehungsbestimmungen diente ein LINNEMANN'scher Zirconbrenner. Der Polarisator war ein Doppelnicol nach der Angabe von LIPPICH. Das analysirende Nicol befand sich in einem Theilkreis, welcher mit Hülfe eines Nonius 0'.01 abzulesen gestattete. In den Gang der Strahlen war ein rothes Glas eingeschaltet, so dass die Drehung für das ziemlich homogene Licht, welches durch dieses hindurchgieng, gemessen wurde. Die Intensität des magnetischen Feldes bei jedem einzelnen Versuch wurde in folgender Weise ermittelt.

Von früheren Versuchen stand eine Glasplatte zur Verfügung, deren VERDET'sche Constante für Natriumlicht genau bestimmt war. Durch Ermittelung des Verhältnisses der Drehung von Natriumlicht und von dem benutzten rothen Licht in dieser Platte bei irgend einer Feldstärke wurde zunächst die VERDET'sche Constante der Vergleichsplatte für rothes Licht gefunden. Ist diese bekannt, so ist es nur nöthig, für eine Feldstärke die Drehung, welche die Polarisationsebene des rothen Lichtes in dieser Normalplatte erfährt, zu vergleichen mit der Drehung durch die betreffende Glasplatte, auf welcher Fe, Co oder Ni niedergeschlagen ist, um für sämmtliche magnetische Felder, in welchen Drehung und das HALL'sche Phänomen an der betreffenden Platte beobachtet ist, die Intensität in absolutem Maasse berechnen zu können, da die Drehung im Glas der Feldstärke genau proportional bleibt. Sämmtliche angegebenen Feldstärken sind in dieser Weise gefunden.

4. Die elektrischen Anordnungen.

Der Primärstrom für die dünnen Metallplatten wurde von einem Accumulator geliefert, dessen elektromotorische Kraft sich während längerer Zeit sehr nahe constant erhielt. Die Intensität des Stromes wurde durch eingeschaltete Widerstände passend regulirt und konnte durch ein eingeschaltetes SIEMENS'-Torsionsgalvanometer gemessen werden. Das für die Messung des HALL-Stromes benutzte Galvanometer war ein SIEMENS'sches bekannter Construction mit vier nebeneinander geschalteten Rollen von je 20 Ohm Widerstand. Die ganze Schwingungsdauer des Magnetsystems betrug ungefähr 6 Secunden, der Abstand des Fernrohrs nahe 6^m. Hierbei entspricht, wie eine Bestimmung ergab, ein Ausschlag von einem Centimeter $0.345.10^{-6}$ Ampère. Die beobachteten Ausschläge waren der die Galvanometerwindungen durchfliessenden Stromintensität noch so nahe proportional, dass eine Correction anzubringen unnöthig war. Es ist daher im

Folgenden die Potentialdifferenz an den beiden Hall-Elektroden auf der Platte dem Galvanometerausschlag direct proportional gesetzt, und als Hall-Effect ist nicht die Potentialdifferenz e, sondern der derselben entsprechende Galvanometerausschlag angegeben.

Es ist nicht möglich die Hall-Elektroden auf den benutzten, sehr kleinen Metallplatten genau auf zwei Stellen gleichen Potentials anzubringen; für die Beobachtung des Hall-Effects ist es aber sehr angenehm, wenn vor Erregung des Magnetfeldes der Strom im abgeleiteten Kreis, d. h. demjenigen der Hall-Elektroden, Null ist. Um dies zu erreichen wurde wie üblich die eine, passend ausgewählte secundäre Elektrode mit der einen primären leitend verbunden; es kann dann durch Einschalten von Widerstand in diese Zweigleitung immer erreicht werden, dass bei Schluss des Primärstromes, wenn der Magnet nicht in Thätigkeit ist, das Galvanometer auf Null bleibt. Diese Abgleichung wurde vor jeder einzelnen Beobachtung sehr sorgfältig gemacht.

5. Der Einfluss der Platinschicht der Glasplatten auf die Resultate.

Da sich unter den zu untersuchenden Metallschichten das Platin befindet, auf welches jene niedergeschlagen sind, so geht ein Theil des Primärstromes durch diese Platinschicht. Da die letztere aber dünner war als die Schichten von Fe, Co und Ni, so ist der durch das Platin gehende Zweigstrom nicht zu beträchtlich. Berücksichtigt man ferner, dass der Rotationscoefficient für Pt sehr viel kleiner ist als für die genannten Metalle, so ergibt sich, dass der Einfluss der Platinschicht bei der Ermittelung des Hall-Effects, wenigstens für die drei Metalle Fe, Co und Ni unberücksichtigt bleiben kann. Um einen ungefähren Überblick zu gewinnen, ein wie grosser Theil des die Platte durchfliessenden Primärstromes durch die Platinschicht geht, wurde von der untersuchten Eisenplatte, nachdem der Widerstand zwischen den Primärelektroden genau gemessen war, durch verdünnte Säure, welche das Platin nicht angreift, das Eisen entfernt und abermals der Widerstand gemessen. Es ergab sich im ersten Fall 3.6 Ohm, im zweiten 11.2 Ohm; daraus folgt, dass von dem Primärstrom in dieser Platte etwa $^2/_3$ durch das Eisen und $^1/_3$ durch das Platin gingen. Hiernach könnte bei unserer Eisenplatte der Durchgang des Zweigstromes im Platin für die Beobachtung von Einfluss sein, wenn nicht andererseits der Hall-Effect im Eisen etwa 40 mal so gross wäre wie im Platin. Ähnlich ist das Verhältniss bei den benutzten Nickel und Cobaltplatten.

6. Gang der Versuche.

Nachdem die mit dem elektrolytisch niedergeschlagenen Metall versehene platinirte Glasplatte an der oben erwähnten Schiebevorrichtung befestigt und passend zwischen die Magnetpole gebracht war, wurde zunächst die Zweigleitung so abgeglichen, dass bei Schluss des Primärstromes das Galvanometer keinen Ausschlag zeigte. Dann wurde der magnetisirende Strom geschlossen und die kleine Einwirkung, welche der Magnet direct durch Fernwirkung auf das Galvanometer ausübte, ermittelt, um dieselbe bei den Ausschlägen in Rechnung zu ziehen. Endlich wurde für die eine und für die entgegengesetzte Richtung des magnetisirenden Stromes der Ausschlag des Galvanometers, also der HALL-Effect, gemessen.

Dieselben Beobachtungen wurden mehrfach wiederholt und aus den erhaltenen Resultaten wurde das Mittel genommen. Die verschiedenen Versuche stimmten fast immer bis auf wenige Millimeter unter einander überein. Nachdem so für die verschiedenen Feldstärken der HALL-Effect gemessen war, wurde für dieselben Feldstärken, die durch Regulirung des magnetisirenden Stromes leicht genau wieder hergestellt werden konnten, die Drehung der Polarisationsebene bei Umkehrung des magnetisirenden Stromes für den Durchgang des Lichtes durch Glas, Platin und Metall, und durch Glas und Platin allein bestimmt. Die Intensität der Magnetfelder ergab sich dann in der oben erwähnten Weise durch Vergleichung mit dem Normalglas, dessen VERDET'sche Constante für rothes Licht bekannt ist.

Um mich zu überzeugen, dass die ganze Anordnung befriedigend functionirte, wurden Versuche mit einer auf platinirtem Glas galvanisch niedergeschlagenen Goldschicht und einer ebenso hergestellten Silberschicht gemacht. Für diese Metalle ist nach dem bisher vorliegenden Beobachtungsmaterial eine genaue Proportionalität des HALL-Effects mit der Stärke des Magnetfeldes vorhanden. Diese letztere wurde auch hier durch die Circularpolarisation in den Glasplatten bestimmt. Zwar ist bei diesen Platten der HALL-Effect nur etwa viermal so gross als im Platin; indessen ist die Leitfähigkeit etwa die 7 fache und war die Dicke mindestens die 3 fache der Platinschicht, so dass auch hier der Einfluss der letzteren verschwindet. Übrigens würde das Platin, da auch in ihm der HALL-Effect der Magnetisirung proportional ist, das für Gold und Silber zu erwartende Resultat qualitativ nicht beeinträchtigen.

Controlversuche mit Gold und Silber.

1. Gold.

Abstand der Primärelektroden von einander 5^{mm}.
» » Hall-Elektroden » » $4^{mm}.5$.
Widerstand zwischen den Primärelektroden 0.43 Ohm.
» » » Hall-Elektroden 0.55 Ohm.
Intensität des primären Stromes 0.0556 Amp.

2. Silber.

Abstand der Primärelektroden von einander $4^{mm}.5$.
» » Hall-Elektroden » » $3^{mm}.5$.
Widerstand zwischen den Primärelektroden 1.0 Ohm.
» » » Hall-Elektroden 1.0 Ohm.

Drehung in Glas ϕ	Feldstärke M in c. gr. sec.	Hall-Effect ρ Galvanometer-Ausschlag in cm	Hall-Effect / Drehung $\frac{\rho}{\phi}$	Hall-Effect berechnet
		Gold		
0°890	3810	$1^{cm}.65$	1.85	$1^{cm}.61$
1.936	8280	3.4	1.76	3.5
3.201	13700	5.8	1.81	5.8
4.279	18300	7.7	1.80	7.7
4.998	21400	9.1	1.82	9.1
			Mittel: 1.81	
		Silber		
0°890	3810	$5^{cm}.8$	6.54	$6^{cm}.0$
1.936	8280	13.2	6.83	13.1
3.201	13700	21.7	6.79	21.6
4.279	18300	29.3	6.84	29.0
4.998	21400	33.8	6.76	33.8
			Mittel: 6.75	

In der vorstehenden Tabelle sind die Drehungen der Polarisationsebene bis auf 0°001 angegeben, da die Ablesungen bis auf 0°01 gemacht wurden und jede in den Tabellen angegebene Zahl das Mittel aus 10 Einstellungen ist. Die aus den Drehungen berechneten Feldstärken sind in den letzten Ziffern abgerundet, da dieselben, entsprechend der Fehlergrenze der Drehungsbestimmungen, höchstens bis zur 4. Ziffer genau sind.

In der Columne Hall-Effect, ρ, sind die Galvanometerausschläge angegeben; dieselben sind, wie oben dargelegt wurde, der Grösse e der Hall'schen Formel, d. h. der secundären elektromotorischen Kraft

proportional. Da es sich in dieser Mittheilung nicht um die Bestimmung absoluter Rotations-Coefficienten handelt, sondern nur um die relativen in einer und derselben Platte bei Änderung des Magnetfeldes, konnte die Berechnung der e aus den ρ unterbleiben.

In der 4. Columne ist das Verhältniss von $\frac{\rho}{\phi}$ angegeben und mit Hülfe des Mittels dieser Zahlen sind die Werthe der 5. Columne berechnet.

Die Werthe von $\frac{\rho}{\phi}$ sind sowohl für Gold wie für Silber innerhalb der Beobachtungsfehler als constant zu betrachten; die beobachteten und berechneten ε stimmen bis auf wenige Millimeter für jedes der Metalle untereinander überein. In Gold und Silber ist also der HALL-Effect bis zu Magnetfeldern von 21400 c. gr. sec. innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler der magnetisirenden Kraft proportional.

Zur Veranschaulichung sind in der Figur die Beobachtungen graphisch aufgetragen. Die Curven $\rho = f(M)$ sind fast genau gerade Linien.

Es sei noch bemerkt, dass der Rotations-Coefficient auch bei unseren Versuchen, wie HALL es für Gold und Silber angeben, das negative Zeichen hat.

Versuche mit Eisen, Cobalt und Nickel.

1. Eisen.

Abstand der Primärelektroden von einander 6 mm.

» » HALL-Elektroden » » 7 mm.

Dicke der Eisenschicht berechnet aus der Maximaldrehung der Polarisationsebene nach meinen früheren Beobachtungen[1] $14.1 \cdot 10^{-7}$ cm.

Widerstand zwischen den Primärelektroden 3.6 Ohm.

» » » » nachdem die Eisenschicht durch Säure von dem Platin abgewischt war 11.2 Ohm.

Der Widerstand zwischen den HALL-Elektroden ist nicht bestimmt.

Intensität des primären Stromes 0.021 Amp.

2. Cobalt.

Abstand der Primärelektroden von einander 4.0 mm.

» » HALL-Elektroden » » 3.0 mm.

[1] WIEDEMANN'S Annalen Bd. 27. 1886.

Dicke der Cobaltschicht berechnet aus der Maximaldrehung der Polarisationsebene nach den Versuchen des Hrn. DU BOIS[1] $6.3 \cdot 10^{-6}$ cm.

Widerstand zwischen den Primärelektroden 11.7 Ohm.

» » » HALL-Elektroden 11.5 Ohm.

Intensität des Primärstromes 0.0162 Amp.

3. Nickel.

Abstand der Primärelectroden von einander 6 mm.

» » HALL-Elektroden » » 6 mm.

Dicke der Nickelschicht berechnet aus der Maximaldrehung der Polarisationsebene nach den Versuchen des Hrn. DU BOIS[2] $5.3 \cdot 10^{-6}$ cm.

Widerstand zwischen den Primärelektroden 4.1 Ohm.

» » » HALL-Elektroden 6.8 Ohm.

Intensität des Primärstromes 0.0112 Amp.

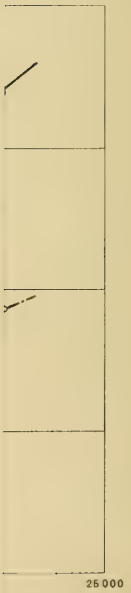
Die nachstehende Tabelle enthält die Beobachtungsresultate.

Drehung in Glas und Metall ϕ_1	Drehung in Glas ϕ_2	Drehung in Metall ϕ_3	Feldstärke M in c. gr. sec.	HALL-Effect ρ in cm	HALL-Effect / Drehung $\frac{\rho}{\phi_3}$	HALL-Effect berechnet
			Eisen			
3°12	0°85	2°27	5950	14.2	6.55	14.6
4.17	1.24	2.93	8680	20.4	6.97	19.7
6.86	2.05	4.81	14050	30.9	6.45	32.4
8.16	2.53	5.63	17710	38.4	6.83	38.0
8.87	3.10	5.77	21700	39.9	6.92	39.0
					Mittel: 6.74	
			Cobalt			
1°363	0°700	0°663	2990	7.6	11.5	7.7
2.249	1.078	1.171	4620	13.0	11.1	13.5
3.810	1.936	2.874	8280	22.0	11.7	21.7
5.685	3.201	2.484	13700	28.4	11.3	28.7
6.783	4.279	2.504	18300	29.5	11.8	29.0
7.474	4.998	2.476	21400	29.9	12.0	28.7
					Mittel: 11.6	
			Nickel			
0°562	0°242	0°320	1570	11.0	34.4	11.1
1.286	0.542	0.744	3570	24.1	32.5	25.9
1.740	0.923	0.817	6090	30.2	36.8	28.4
2.432	1.540	0.892	10150	31.0	34.7	31.0
3.292	2.381	0.910	15700	32.0	35.1	31.6
3.933	3.002	0.931	19800	33.1	35.3	32.3
4.309	3.316	0.983	21900	33.4	34.0	34.1
					Mittel: 34.7	

[1] WIED. Ann. Bd. 31. 1887.

[2] Ebendas.

25000


25000

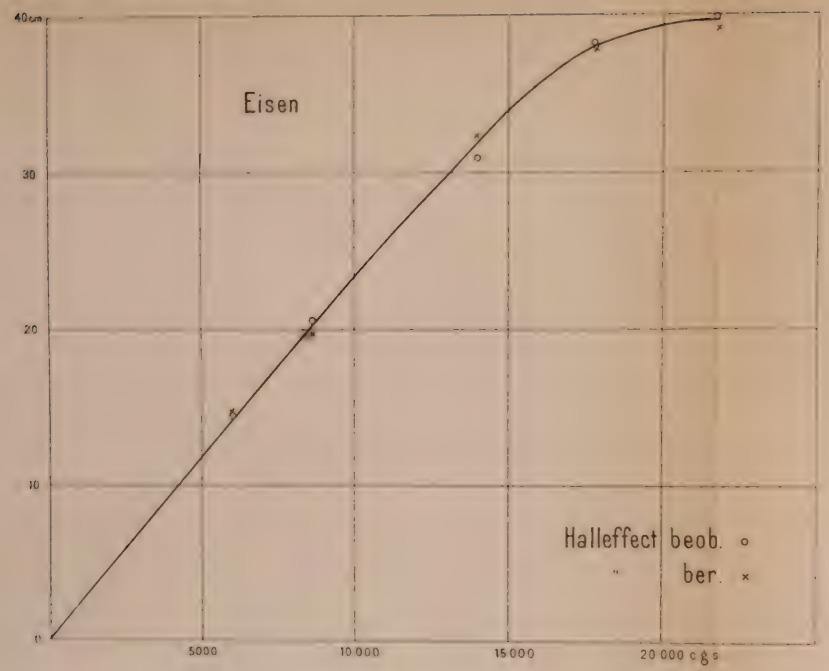
Die Bezeichnung über den einzelnen Columnen ist entsprechend derjenigen der Tabelle für Gold und Silber. Die Feldstärken sind aus den Drehungen der Polarisationsebene in Glas C_2 unter Zuhülfenahme der oben erwähnten Vergleichsglasplatte berechnet.

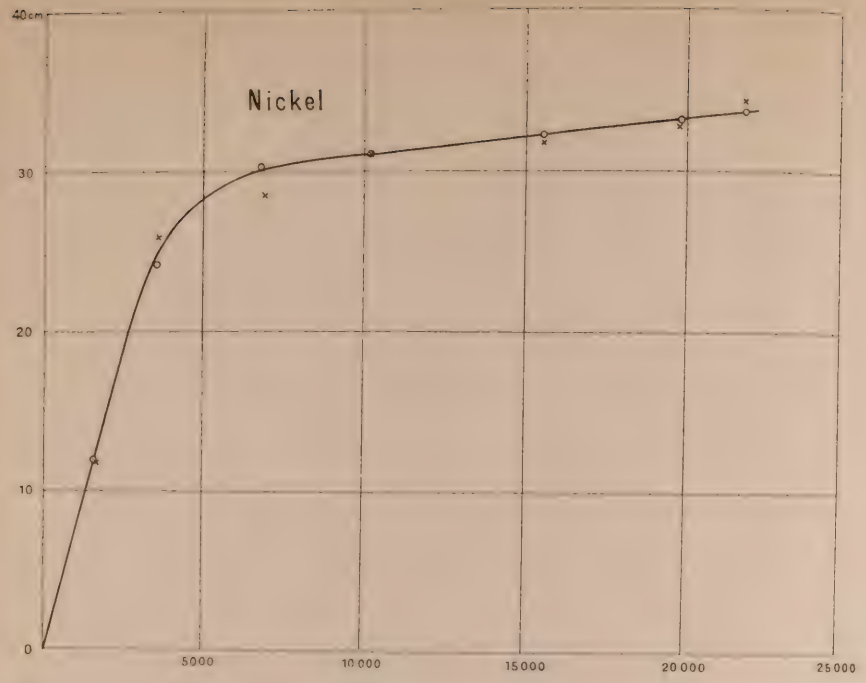
Es darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass die Drehungen in den Metallschichten procentisch erheblich ungenauer bestimmt werden als diejenigen in den Glasplatten bei den Versuchen mit Gold und Silber, wegen der durch die Absorption der Metallschichten bedingten geringen Lichtintensität. Berücksichtigt man dies, so sind die Zahlen der 6. Columne, der Quotient aus dem HALL-Effect und die Drehung in Metall für jedes einzelne der drei Metalle als constant zu betrachten. Die mit dem Mittel dieser Quotienten, welches unter die Columne 6 geschrieben ist, multiplicirten Drehungen der Polarisationsebene in den Metallen sind in der Columne 7 als »berechnete HALL-Effecte« angegeben, sie entsprechen den Drehungen der Polarisationsebene, welche die benutzten Platten der Metalle geben würden, wenn ihre Dicke entsprechend dem angegebenen Mittelwerthe vergrössert wäre, vorausgesetzt, dass die Platten bis zu diesen Dicken durchsichtig bleiben. Zur besseren Anschaulichkeit sind in der beigefügten Tafel die beobachteten HALL-Effecte als Functionen der Feldstärke eingetragen. Die entsprechenden Punkte sind mit einem kleinen Kreis umschrieben. Gleichzeitig sind in die Figuren die Werthe der Columne 7 eingetragen und durch ein Kreuzchen bezeichnet. Die Curven durch die ersten Punkte wären als Curven der HALL-Effecte der drei Metalle, die Curven durch die zweiten Punkte als solche der Drehung der Polarisationsebene in denselben zu bezeichnen.

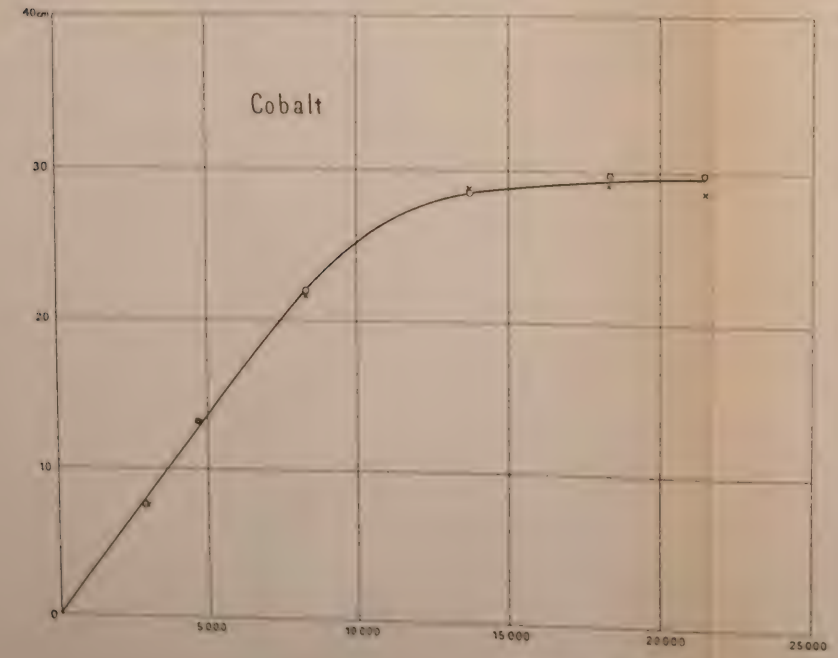
Man sieht, dass innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler beide Arten von Curven hinreichend übereinstimmen.

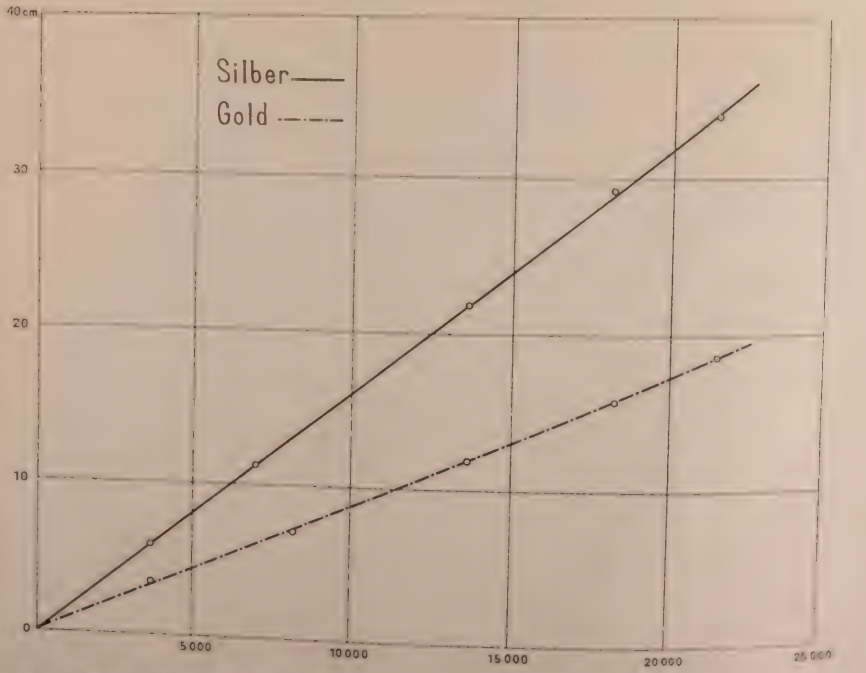
Es kann somit als erwiesen gelten, dass in den drei Metallen Fe, Co und Ni bei einem gegebenen primären Strom die HALL-Effecte bei Änderung der Stärke des Magnetfeldes den Drehungen der Polarisationsebene in diesen Metallen, und damit, da diese der Magnetisirung der Platten proportional sind, auch letzterer selbst proportional bleiben.

Ein weitere Vergleichung der Curven mit den von Hrn. DU BOIS a. a. O. gegebenen Magnetisirungscurven für Platten aus Fe, Co und Ni, auch der in ihnen zu beobachteten Circularpolarisation scheint nicht nöthig.





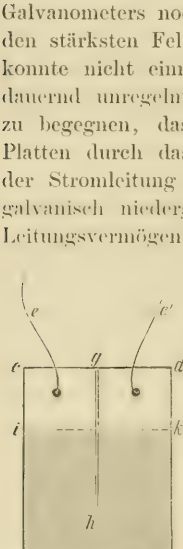




KUNDT: Das HALL'sche Phaenomen in Eisen, Cobalt und Nickel.

Versuche mit Wismuth.

Aus einer Lösung von weinsaurem Wismuth, der noch etwas Weinsäure und Ammoniak zugesetzt war, wurde auf platinirtem Glas Wismuth galvanisch niedergeschlagen. Leider lassen sich dickere Wismuthschichten auf diese Weise nicht erhalten; der Niederschlag ist nur im Anfang blank und festhaftend, bei längerer Dauer des zersetzenden Stromes wird derselbe schwarz und pulverig. Es wurde nun eine solche Wismuthplatte, die noch ziemlich hell durchsichtig, dabei auf der Oberfläche glatt und spiegelnd war, in derselben Weise wie die anderen benutzten Metallschichten mit Elektroden versehen und zwischen den Polen des Elektromagneten auf ihren Hall-Effect untersucht. Es ergab sich das unerwartete Resultat, dass selbst in stärkeren Magnetfeldern nur ein sehr geringer Hall-Effect beobachtet werden konnte, während nach allen früheren Beobachtern gerade in Wismuth das Hall'sche Phänomen ausserordentlich stark hervortritt. Es wurde daher noch eine zweite Wismuthplatte in derselben Weise hergestellt; obgleich ein Primärstrom von einer merklichen Intensität nachweisbar durch die Platten gieng, und die Empfindlichkeit des Galvanometers noch erhöht wurde, betrug der Hall-Effect selbst in den stärksten Feldern nur etwa 15^{mm}. Auch dieser kleine Ausschlag konnte nicht einmal sicher gemessen werden, da das Galvanometer dauernd unregelmässige Schwankungen machte. Um dem Einwand zu begegnen, dass der ganze Primärstrom bei den obigen beiden Platten durch das Platin gegangen sei, und das Wismuth sich an der Stromleitung nicht merklich betheiligt habe, da entweder das galvanisch niedergeschlagene Wismuth ein ausserordentlich geringes Leitungsvermögen besitzt, oder vielleicht sehr viele, mikroskopisch nicht wahrnehmbare, feine Risse enthält, wurde folgender Versuch gemacht. Auf ein Stück platinirtes Glas von der Form *a b c d* (siehe nebenstehende Figur) wurden zwei Kupferdrähte *e* und *e'* als Elektroden angelöthet. Dann wurde ein schmaler Streif der Platinbelegung *g h* durch Abkratzen mit einem Schreibdiamant entfernt und der galvanische Widerstand der Platte bestimmt; derselbe ergab sich gleich 79.0 Ohm. Nur wurde die Platte bis zur Grenze *i k* galvanisch mit Wismuth überzogen. Der Widerstand war jetzt 66.9 Ohm. Die mit Wismuth belegte Fläche betrug etwa $^2/_3$ der ganzen Platte, es würde die Widerstandsabnahme, wenn die ganze Platte mit



Wismuth bedeckt gewesen wäre, also etwa $^1/_3$ mehr betragen, der Widerstand also nahe gleich 61 Ohm sich ergeben haben. Nimmt man diese Zahl an, so berechnet sich der Widerstand der die ganze Platte bedeckenden Wismuthschicht zu 268 Ohm. Da der des Platins gleich 79.0 gefunden ist, so geht von einem Strom, der von 2 Elektroden aus durch die Doppelschicht Platin-Wismuth geschickt wird, $\frac{79}{268}$ d. h. rund $^1/_3$ durch das Wismuth. Nach dieser Ermittelung wurde die Platte längs der Linie $g\,h$ zerschnitten und die Wismuthschicht der einen Hälfte mit Primärelektroden und HALL-Elektroden versehen. Es ergab sich auch für diese Platte nur ein ganz geringer HALL-Effect, obgleich nun zweifellos von dem hindurchgesandten Primärstrom ein genügender Theil durch die Wismuthschicht floss. Es scheint also, dass der »Rotationscoefficient« für galvanisch niedergeschlagenes Wismuth ein ausserordentlich kleiner ist, während derselbe für gegossenes Wismuth im Vergleich zu anderen Metallen sehr gross ist. Zur Controle habe ich auch noch eine kleine dünne Wismuthplatte gegossen, und mich überzeugt, dass dieselbe einen sehr starken HALL-Effect gab. Welches der Grund des verschiedenen Verhaltens des gegossenen und des galvanisch niedergeschlagenen Wismuth ist, vermag ich nicht zu entscheiden; vielleicht ist derselbe darin zu suchen, dass das gegossene Wismuth stets ausgeprägt krystallinische Structur zeigt, während an dem galvanisch niedergeschlagenen selbst unter dem Mikroskop kein krystallinisches Gefüge zu erkennen ist; doch können hierüber erst weitere Versuche entscheiden.

Ausgegeben am 2. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1893.
XI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

2. März. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond (i. V.).

1. Hr. Pernice las über das Tribunal und Ulpians Bücher *de omnibus tribunalibus*.

Die Mittheilung wird an einem andern Ort erscheinen.

2. Hr. Conze legte im Namen des Kaiserlichen archaeologischen Instituts den ersten Theil der architektonischen Studien von Sergius Iwanoff vor.

Die Wahl des ordentlichen Professors der Chemie, Directors des Ersten chemischen Instituts an der Friedrich-Wilhelms-Universität hierselbst, Hrn. Dr. Emil Fischer, zum ordentlichen Mitgliede der physikalisch-mathematischen Classe der Akademie ist durch Allerhöchsten Erlass vom 6. Februar d. J. bestätigt worden.

Ausgegeben am 16. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1893.
XII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

9. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Engler las über die Verwerthung anatomischer Merkmale bei der systematischen Gliederung der Icacinaceae. — Mittheilung in diesen Berichten bleibt vorbehalten.

2. Hr. v. Helmholtz legte die umstehend folgende Mittheilung der HH. Prof. H. Kayser und Prof. C. Runge in Hannover vor: die Dispersion der atmosphaerischen Luft.

3. Hr. Dr. H. Schenck in Bonn überreicht sein mit Unterstützung der Akademie herausgegebenes Werk: »Beiträge zur Anatomie der Lianen«.

Die Dispersion der atmosphaerischen Luft.

Von Prof. H. Kayser und Prof. C. Runge
in Hannover.

(Vorgelegt von Hrn. von Helmholtz.)

Die Brechungsexponenten der Gase sind schon vielfach Gegenstand der Untersuchung gewesen. Trotzdem herrscht für atmosphaerische Luft noch ziemlich grosse Ungewissheit, indem z. B. die Angaben des Brechungsexponenten für die Wellenlänge der D-Linien zwischen 1.000291 und 1.000295 schwanken. Die Dispersion ist bisher überhaupt nur für den sichtbaren Theil des Spectrums ermittelt worden, von Ketteler zwischen $\lambda = 670\,\mu\mu$ und $\lambda = 535\,\mu\mu$, während Mascart von $\lambda = 643\,\mu\mu$ bis $\lambda = 480\,\mu\mu$ geht.

Da die Brechungsexponenten der Luft in vielen Richtungen von Wichtigkeit sind, besonders auch für unsere Untersuchungen über den Bau der Spectra in Betracht kommen konnten, haben wir daran gedacht, die ausgezeichneten Spectren, welche die Rowland'schen Concavgitter geben, und ihre photographische Registrirung zur Bestimmung der Brechungsexponenten für alle photographirbaren Wellenlängen zu verwerthen.

Bringt man zwischen das Concavgitter und die photographische Platte in den Gang der Strahlen ein Prisma, so lenkt dasselbe die Strahlen ab, das Spectrum erscheint auf der Platte verschoben. Aus der Grösse dieser Verschiebung und dem Abstand des Prismas von der Platte ergibt sich der Ablenkungswinkel der betreffenden Strahlen und damit der Brechungsexponent des Prismas. Als Prisma nehmen wir ein durch Quarzplatten verschlossenes Hohlprisma aus Kupfer, in welchem die Luft comprimirt wird, bei unseren Versuchen bis zu etwa 10 Atmosphaeren. Für Luft von dieser Dichte werden also direct die Brechungsexponenten ermittelt. Da aber alle bisherigen Versuche, namentlich die von Mascart, von Benoit und von Chappuis und Rivière gezeigt haben, dass für Gase $n - 1$ proportional der Dichte variirt, lassen sich daraus die Brechungsexponenten für Luft von Atmosphaerendruck und Null Grad Celsius berechnen.

Wir haben an sieben verschiedenen Stellen des Spectrums Versuche ausgeführt, zwischen den Wellenlängen $\lambda = 563\,\mu\mu$ und $\lambda = 236\,\mu\mu$. Wir haben aus den Resultaten vermittelst der Methode der kleinsten Quadrate die Cauchy'sche Dispersionsformel — die ja bei Substanzen mit kleiner Dispersion sich stets gut der Erfahrung anschliesst — berechnet und finden

$$10^7\,(n_0 - 1) = 2878.7 + 13.16\lambda^{-2} + 0.316\lambda^{-4},$$

wo λ in Tausendstel Millimetern angegeben ist.

Wir glauben, dass diese Formel die Brechungsexponenten für alle Wellenlängen bis auf eine Einheit der 7. Decimalstelle richtig ergibt. Für die Wellenlängen der wichtigsten Fraunhofer'schen Linien. und für zwei kleinere Wellenlängen ergibt sich aus der Formel:

Linie	n_0	Linie	n_0
A	1.0002902	*N*	1.0003000
B	1.0002908	*O*	1.0003012
C	1.0002911	*P*	1.0003020
D	1.0002919	*Q*	1.0003028
E	1.0002930	*R*	1.0003040
F	1.0002940	*S*	1.0003050
G	1.0002959	*T*	1.0003061
H	1.0002975	*U*	1.0003072
K	1.0002977	$\lambda = 255\,\mu\mu$	1.0003156
L	1.0002984	$\lambda = 236\,\mu\mu$	1.0003217
M	1.0002990		

Die Zahlen beziehen sich auf 0°, 760^{mm} Druck, aber nicht auf trockene Luft. Für trockene Luft sind sie um 3 Einheiten der 7. Decimalstelle zu erhöhen: danach würde sich für die Wellenlänge der *D*-Linien ergeben $n_0 = 1.0002922$.

Es fand früher Mascart	1.0002927
Chappuis und Rivière	1.0002919
Benoit	1.0002923
Ketteler	1.0002947
Lorenz	1.0002911.

Ausgegeben am 16. März.

1893.
XIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

9. März. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Hr. Brunner las über den germanischen Ursprung des französischen droit de retour.

Ausgegeben am 16. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1893.
XIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

16. März. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

1. Hr. Vogel las über den neuen Stern im Fuhrmann. Die Mittheilung erscheint in den Abhandlungen.

2. Die philosophisch-historische Classe hat dem Professor Dr. G. Jahn zu Königsberg zu den Herstellungskosten des Druckes des arabischen Werkes des Kitâb des Sibaweihi 2500 Mark bewilligt.

Das correspondirende Mitglied der philosophisch-historischen Classe Hr. Joseph Canale in Genua starb am 13. März.

Ausgegeben am 6. April.

1893.
XV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

23. März. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Hr. Schmidt las: Über die Annahme silbebildender *r l m n* für die indogermanische Ursprache.

Ausgegeben am 6. April.

1893.
XVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

23. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Dames las über die Entwickelung und Verbreitung der Kreideformation in der mittel-aegyptischen Wüste und ihre Beziehungen zu benachbarten Kreidegebieten.

2. Hr. v. Helmholtz überreichte einen weitern Abschnitt der mit Unterstützung der Akademie ausgeführten spectrographischen Untersuchungen der HH. Prof. H. Kayser und Prof. C. Runge in Hannover: Über die Dispersion der atmosphaerischen Luft.

3. Derselbe legte eine Mittheilung der HH. Dr. Richarz und Dr. Krigar-Menzel hierselbst vor, in welcher dieselben über den ersten Theil ihrer mit Unterstützung der Akademie angestellten Versuche zur Bestimmung der mittleren Dichtigkeit der Erde berichten.

4. Hr. Waldeyer überreichte eine Mittheilung des Hrn. Prof. L. Auerbach in Breslau über merkwürdige Vorgänge am Sperma von *Dytiscus marginalis*.

Die Mittheilungen Nr. 1 und 2 sind für die Abhandlungen bestimmt, Nr. 3 und 4 folgen hier.

Die Abnahme der Schwere mit der Höhe, bestimmt durch Wägungen.

Von Dr. Franz Richarz und Dr. Otto Krigar-Menzel
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. von Helmholtz.)

Durch die Beendigung einer ersten Reihe von Wägungen, aus denen sich die Abnahme der Schwere mit der Höhe ergibt, ist ein Theil der Bestimmung der Gravitationsconstante und der mittleren Dichtigkeit der Erde zum Abschlusse gelangt, für welche die Königliche Akademie die Mittel bewilligte.

Über die Methode, welche bei den definitiven Versuchen übrigens in wesentlich veränderter Form zur Ausführung gelangte, hat Hr. von Helmholtz der Akademie am 18. December 1884 eine kurze Mittheilung vorgelegt.[1] Ihr Princip ist kurz das folgende. An jede der beiden Schalen einer gewöhnlichen Wage ist vermöge einer Stange von rund 2^m Länge eine andere Schale angehängt. Zunächst sei diese »Doppelwage« frei aufgestellt. Die Beschleunigung durch die Schwere hat am Orte der oberen Wagschalen einen kleinern Werth als am Orte der unteren. In idealer Ausführung der Methode werden zwei Wägungen gemacht; bei der ersten befinden sich die beiden nahezu gleichen Massen auf den Wagschalen links oben, beziehungsweise rechts unten; bei der zweiten Wägung ist die Masse links von oben nach unten, die rechts von unten nach oben gebracht worden. Bei der zweiten Wägung ist also gegenüber der ersten die Masse links schwerer, die Masse rechts leichter geworden, und die Differenz der beiden Aequilibrirungen ergibt daher die doppelte Abnahme des Gewichtes mit der Höhe.

Ist die »Doppelwage« nicht frei aufgestellt, sondern befindet sich zwischen ihren oberen und unteren Schalen eine schwere Masse, etwa ein Bleiklotz, so superponiren sich dessen Gravitationswirkung und

[1] Arthur König und Franz Richarz, Sitzungsberichte d. Berl. Akad., 1884, S. 1202.

die Schwere. Am Orte der oberen Wagschalen wirken Schwere und Attraction des Bleiklotzes in gleicher Richtung, am Orte der unteren Wagschalen in entgegengesetzter. Zwei ideale Wägungen mit denselben Stellungen der zu aequilibrirenden Massen wie oben, ergeben daher bei Berücksichtigung der aus den vorhergehenden Versuchen bekannten Abnahme der Schwere mit der Höhe die vierfache Attraction des Bleiklotzes.

Die Möglichkeit einer Ausführung dieses Planes hieng in erster Linie von der Beschaffung der erforderlichen Metallmasse ab. Das Königlich preussische Kriegsministerium erklärte sich in entgegenkommendster Weise bereit, das gewünschte Bleiquantum von etwa 100000 kg aus den Beständen der Geschützgiesserei in Spandau zur unentgeltlichen Benutzung zu überlassen. Es erschien wünschenswerth, einen weiten Transport dieser grossen Masse zu vermeiden; nach Rücksprache mit der Königlichen Fortification wurde daher eine der erdgedeckten Casematten in der Citadelle von Spandau als geeignetes Arbeitslocal ausgewählt und vom Königlichen Kriegsministerium für die Versuche bereitwilligst überwiesen. Den genannten Behörden, sowie auch besonders der Königlichen Kommandantur in Spandau, sind wir für ihr förderliches Entgegenkommen bei Beginn und im weitern Verlaufe unserer Untersuchung zu grossem Danke verpflichtet.

An der Einrichtung des Beobachtungsraumes und der Apparate nahm Hr. Arthur König bis zum Sommer 1889 Theil. Seit dem Winter 1887/88 ist an seiner Stelle der eine von uns, Otto Krigar-Menzel, als Mitarbeiter in die Untersuchung eingetreten.

I. Einrichtung des Raumes; Anordnung der Apparate.

Unser Arbeitsraum ist der innerste Theil einer Casematte, die sich zu ebener Erde in der Länge von etwa 20 m unter den Gewölben eines mit Erdaufschüttung versehenen Bastions erstreckt. Die Temperaturschwankungen innerhalb eines Tages dringen nicht bis dorthin. Um die durch den Witterungswechsel veranlassten Schwankungen genügend abzuschwächen, liessen wir den Beobachtungsraum durch einen doppelten Bretterverschlag mit Sägespänefüllung von dem äussern Theile der Casematte abtrennen. Aber dieser Schutz genügte noch nicht gegen den Einfluss lang andauernder Winterkälte; deshalb wurde im Februar 1892 noch ein zweiter gleicher Verschlag in einem Abstande von 3 bis 4 M. vor dem ersten angebracht. So gelang es, die jährliche Schwankung in die Grenzen + 5° und + 12° C einzuschliessen. Sehr unangenehm war anfänglich die grosse Feuchtigkeit; eiserne Theile des Mechanismus zur automatischen Vertauschung der Gewichte

rosteten, Holztheile verzogen sich, und immer wieder versagte der Mechanismus seinen Dienst. Wir haben die Feuchtigkeit wirksam und sauber erst dadurch beseitigen können, dass die ganze Innenseite des Beobachtungslocales mit verlötheten Blechplatten bekleidet wurde; zwei Bleipfannen mit Schwefelsäure, jede von etwa 2^{qm} Oberfläche, genügten dann, die relative Feuchtigkeit zwischen 50 und 80 Procent zu halten. Um die Wage gegen die Körperwärme des Beobachters zu schützen, ist der Platz des letztern durch eine doppelte Zinkwand mit Thür von dem übrigen Theile des Arbeitsraumes getrennt. Ferner ist die Wage noch eingeschlossen in einen Kasten mit doppelten Zinkblechwänden, welcher auf dem cementirten, mit Blech bedeckten Fussboden aufsteht und ungefähr 3^{m} breit, lang und hoch ist. Derselbe umschliesst auch den aus der Erde hervorragenden obern Theil des Fundamentes für den Bleiklotz, sowie den ganzen Raum, welchen dieser einnimmt; die Gewichte bleiben bei der Vertauschung stets innerhalb des Zinkkastens; die Stangen, Schnüre u. s. w. der automatischen Vertauschung gehen durch die eine Seite dieses Zinkkastens und durch die oben erwähnte Zwischenwand zum Platze des Beobachters.

Die zur Beleuchtung dienenden Lampen stehen auf einer Console an der Aussenseite des einen Bretterverschlages und senden ihr Licht durch ein doppeltes Glasfenster in das Innere des Arbeitsraumes.

Damit die Wage und der Vertauschungsmechanismus für die Gewichte durch eine mögliche Senkung des Fundaments unter der Last des Bleiklotzes nicht in Mitleidenschaft gezogen werden, sind dieselben auf einem besondern Gerüst aufgestellt, welches seine Stützpunkte theils in den Wänden des Gewölbes, theils in seitlichen besonderen Pfeilern findet. Die eigentliche Wage mit dem obern Schalenpaar ist in einen hölzernen Kasten mit Glasfenstern eingeschlossen. Unterhalb jeder Schale ist der Boden dieses Kastens durchbohrt, durch diese Löcher hängen die beiden Verbindungsstangen des obern und untern Schalenpaares herab. An diesen Verbindungsstangen, welche aus mehreren einzelnen, durch Gelenke verbundenen Stücken bestehen, schwebt das untere Schalenpaar in einem Kanale, der in dem Fundament für den Bleiklotz ausgespart ist und sich horizontal, senkrecht zur Richtung des Wagebalkens durch die ganze Länge des Fundaments erstreckt. Nach oben ist dieser Kanal durch Eisenplatten gedeckt, die mit dem übrigen Theile des Fundaments eine ebene Fläche bilden. Die Verbindungsstangen der oberen und unteren Schalenpaare sind geschützt durch zwei Messingröhren von etwa 3^{cm} Durchmesser, die oben in den Boden des Wagekastens, unten in die eisernen Deckplatten des Kanals eingefügt sind. Der vordere,

dem Platze des Beobachters zugekehrte Theil dieses Kanals im Fundamente dient zur automatischen Zuführung der Gewichte zu den unteren Wagschalen; in den hintern Theil des Kanals sind ein Thermometer und ein Haarhygrometer eingeführt. Solche befinden sich auch im obern Wagekasten in nächster Nähe der oberen Schalen; die Thermometer werden ohne jede Öffnung des Zinkkastens abgelesen; für die Ablesung der Hygrometer müssen kleine Thüren in demselben geöffnet werden.

Sämmtliche Manipulationen an der Wage geschehen vom Platze des Beobachters aus vermittelst Stangen, Ketten, Schnüren u. s. w., welche durch die Zinkzwischenwand und die ihr benachbarte Wand des Zinkkastens hindurch zur Wage führen. Die Ablesung der Wage geschieht mit Spiegel und Scala. Das Licht der Scala fällt horizontal durch kleine Öffnungen in der Zwischenwand und im Zinkkasten auf ein total reflectirendes Prisma, dann vertical abwärts auf den Spiegel, welcher mit horizontaler Fläche dicht hinter der Mittelschneide am Wagebalken befestigt ist; auf dem umgekehrten Wege gelangt das Licht in das Fernrohr. Es wäre sehr zu wünschen gewesen, dass Scala, total reflectirendes Prisma, Wage und Fernrohr einerseits in keiner directen Verbindung gestanden hätten mit dem Mechanismus für die Manipulationen andererseits, damit die durch Vornahme der letzteren entstehenden Erschütterungen sich auf ersteres System nicht übertragen und in ihm Verschiebungen hervorbringen können. Diese Isolirung hat, nachdem ihre Nothwendigkeit erkannt war, sich theilweise noch nachträglich herstellen lassen.

Wage und Vertauschungs-Mechanismus sind hergestellt vom Mechaniker Hrn. Paul Stückrath.

II. Die Wage.

Für die Construction der Wage selbst mussten die Ansprüche maassgebend sein, welche an dieselbe zu stellen waren. Als Gewichte sollten Kilogrammstücke dienen. Die Gewichtsdifferenzen, welche wir messen wollten, betrugen dann ganze Milligramme. Daher verlangten wir, dass der wahrscheinliche Fehler eines Wägungssatzes, d. h. einer Bestimmung jener Gewichtsdifferenz, $\pm 0^{mg}{\cdot}01$ nicht übersteigen solle. Die grössten Fehlerquellen sind in der Nothwendigkeit begründet, dass während eines Wägungssatzes die Gewichte mehrere Male zu vertauschen sind und daher die Wage arretirt werden muss.

Diess ist schädlich erstens dadurch, dass bei jeder Arretirung und erneuten Belastung sich die Durchbiegung des Wagebalkens und die Zusammendrückung der Schneiden von neuem herstellen muss, was

in Folge der elastischen Nachwirkung keineswegs momentan geschieht. Je solider der Wagebalken und die Schneiden gearbeitet sind, um so weniger störend werden solche elastische Nachwirkungen auftreten können. Aus den sehr starken Nachwirkungserscheinungen, welche sich an unserer Wage zeigen, ist zu schliessen, dass sie nicht massiv genug gearbeitet ist. Wir haben nachträglich eine Versteifung an dem Wagebalken anbringen lassen, aber jene Erscheinungen blieben immer noch sehr stark. Jedoch zeigte eine sorgfältige Untersuchung derselben, dass sie bei einer gewissen, stets gleichen Behandlung der Wage auch in derselben Weise auftreten. Wenn man daher immer in der ausprobirten, genau gleichen Weise bei Belastung und Ablesung der Wage verfährt, so fasst man die veränderliche Nachwirkung immer in derselben Phase ab, und ihr Einfluss fällt im Resultate heraus, da es sich in diesem stets nur um Gewichtsdifferenzen handelt.

Eine zweite durch das wiederholte Arretiren und Lösen der Wage bedingte Fehlerquelle ist die folgende. Befindet sich der Schwerpunkt eines Gehänges sammt seiner Belastung nicht schon vor dem Absetzen auf die betreffende Endschneide in der durch diese gelegten Verticalebene, so wird das Gehänge nach dem Lösen sich so weit neigen, bis jenes der Fall ist. Da nun die Schneide keine mathematische Linie ist, sondern eher als Cylinderfläche betrachtet werden kann, so wälzt sich die Pfanne bei jener Neigung des Gehänges auf der Endschneide; die Berührungslinie rückt nach aussen oder innen und der Hebelarm wird ein anderer. Wir wollen nun ein Hundertmilliontel der Belastung noch mit Sicherheit messen; also muss auch die Länge des Hebelarmes bis auf diesen Bruchtheil stets dieselbe sein. Die Länge unseres Wagebalkens von Endschneide zu Endschneide beträgt 234^{mm}; Änderungen des Hebelarmes um etwa ein Milliontel Millimeter müssen mithin ausgeschlossen werden. Hiernach übersieht man, dass durch jenes Wälzen der Pfanne auf der Endschneide grosse Fehler verursacht werden müssen. Hr. Stückrath hat diese Fehlerquelle durch eine sinnreiche Vorrichtung beseitigt, welche die »Centrirung« genannt werden soll. Ihr Princip ist dieses. Das Gehänge besteht aus zwei getrennten Theilen, einem obern (o) und einem untern (u), deren jeder für sich ein starres System bildet und welche untereinander durch ein cardanisches Gelenk verbunden sind. Statt dieser Verbindung denke man sich für die schematische Darstellung eine solche durch einen, beiden Theilen des Gehänges gemeinsamen Punkt, den »Drehpunkt« (p). Die Arretirung des obern Theiles des Gehänges ist so justirt, dass sein Schwerpunkt und der Drehpunkt p in arretirter Stellung sich in einer Verticalen befinden, welche durch die betreffende Endschneide (s) geht. Die Arretirung

des untern Theiles des Gehänges sammt der starr mit ihm verbundenen Schale ist so justirt, dass auch dessen Schwerpunkt bei leerer Schale in arretirter Stellung sich in derselben Verticalen befindet. Aber die Masse M kann ursprünglich eine seitliche Stellung haben. Beim Lösen der Wage wird zuerst M auf die Schale abgesetzt; in der Phase, in welcher diess geschehen ist, sei das Gehänge durch Fig. 1 dargestellt. Dann wird der untere Theil des Gehänges langsam freigemacht, so dass er in Folge der unsymmetrischen Stel-

Fig. 1.

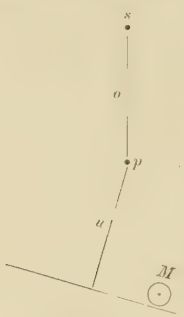


Fig. 2.

Fig. 3.

lung von M um den »Drehpunkt« p sich dreht, bis zur Stellung Fig. 2. Nun wird wieder arretirt; dabei wird zuerst M vertical in die Höhe gehoben. Gehänge mit Schale, die noch frei geblieben sind, pendeln dann um die Stellung, bei welcher ihr Schwerpunkt unter dem Drehpunkt p liegt, und werden bei weiterm Arretiren in dieser Gleichgewichtslage festgehalten, so dass die Stellung Figur 3 resultirt. Bei nochmaligem Lösen wird zunächst die Masse M vertical abwärts auf die Schale gesetzt: dann entspricht die Stellung wieder der Fig. 1, nur dass sich der Schwerpunkt der Masse M jetzt sehr viel näher an der durch den Drehpunkt p gehenden Verticalen befindet. Eine Wiederholung des Verfahrens gibt eine abermalige Annäherung von M an die Verticale. Diese »Centrirung« geschieht um so schneller, je grösser die Masse M gegenüber der Masse von Gehänge und Schale ist. Zweimaliges Lösen und Arretiren des untern Theiles der Gehänge »centrirte« bei unseren Verhältnissen die Masse M so weit, dass der oben auseinander gesetzte Fehler unmerkbar klein wurde.

Drittens wirkt die Nothwendigkeit des Arretirens der Wage in folgender Weise schädlich. Die Scheiden sind keine mathematischen Linien: sie sind auch trotz sorgfältigsten Schleifens keine geometrisch regelmässigen Cylinderflächen, und ebensowenig sind die Pfannen

Ebenen. Die Punkte einer Schneide, in welchen dieselbe von der Pfanne berührt wird, sind daher nur dann dieselben, wenn auch genau dieselbe Stelle der Pfanne ihr gegenüber steht. Mit den Berührungspunkten der Schneiden wechselt aber auch zugleich die Länge des Hebelarmes. Die Gleichheit der Berührungspunkte von Schneiden und Pfannen bei mehrmaligem Lösen kann daher nur vorhanden sein, wenn das Lager der Mittelpfanne unverrückbar fest ist, und wenn die Arretirung den Balken und die Gehänge stets in derselben Weise auf und abführt. Die Arretirung muss daher möglichst solide gearbeitet sein, damit sie sich in belastetem Zustande möglichst wenig durchbiege; es muss ferner Zwangsführung derselben verlangt werden. Ursprünglich entsprach die Construction unserer Wage diesem Postulate keineswegs; die Arretirung fiel durch ihr eigenes Gewicht, bewegte sich also ganz lose in ihrer Führung. Nachträglich ist die Führung soweit fester gemacht worden, als es gieng; aber diess war nur ein Nothbehelf; von Zeit zu Zeit wurde die Arretirung immer wieder von neuem schlotterig.

Mit dieser Fehlerquelle hängt auch die Frage zusammen, ob der Arretirungsmechanismus von Balken und Gehänge vortheilhafter in zwei Theilen getrennt, oder in einem Stück starr vereinigt wird. Wir haben mit beiden Systemen gearbeitet und konnten keine Überlegenheit eines derselben erkennen.

Durch die Veränderung der Berührungspunkte der Schneiden wirkt auch der Staub schädlich, der sich zwischen Pfannen und Schneiden absetzt und sich nie völlig vermeiden lässt. Häufiges Putzen der Wage war nicht angängig, da die durch den Aufenthalt von Menschen im Zinkkasten verursachten Temperaturdifferenzen sich erst nach etwa fünf Tagen hinreichend ausgeglichen haben. Dadurch, dass wir vor Beginn jeder Wägungsreihe die belastete Wage längere Zeit, mindestens 20 Minuten lang, frei schwingen lassen, wird die Schädlichkeit des Staubes jedenfalls vermindert, indem derselbe platt gewälzt wird. Ausserdem wurde hierdurch der oben erwähnte Zustand stationärer Durchbiegung des Balkens und ebensolcher Zusammendrückung der Schneiden vorbereitet.

Als Material der Schneiden unseres Wagebalkens war zuerst Chalcedon gewählt worden, weil er gegenüber dem sonst meist benutzten Stahl den Vortheil grösserer Härte hat. In der That sind die elastischen Nachwirkungen bei den anfänglichen Chalcedonschneiden schwächer gewesen als später bei den Stahlschneiden. Aber in Folge der grösseren Sprödigkeit sprangen aus den Chalcedonschneiden kleine Stückchen heraus, und sie wurden jedesmal wieder unbrauchbar, wenn

die Wage einige Male belastet worden war. Daher kehrten wir wieder zu Stahl zurück.

Die Schneiden werden von Hrn. Stückrath bei seinen Wagen nicht wie sonst mittelst Justirschrauben im Wagebalken gehalten, sondern sind durch Antreiben unverrückbar in demselben befestigt. Dadurch wird eine nachträgliche Veränderung ihrer Lage in Folge des Ausgleichs von Spannungen in den scharf angezogenen Justirschrauben vermieden. Es ist eine besondere Fertigkeit von Hrn. Stückrath, die Parallelität der Schneiden in vollkommenster Weise durch blosses Schleifen derselben herstellen zu können.

Während der ersten Jahre der Wägungen gieng der Parallelismus der Schneiden nach einiger Zeit immer wieder von neuem verloren. Wir konnten keine andere Erklärung hierfür finden als die, dass im Wagebalken trotz wiederholten starken Hämmerns noch Spannungen von dem Guss desselben her sich nachträglich ausglichen. Das bei permanenten Magneten von den HH. Strouhal und Barus angewandte Verfahren zur Erzielung constanten Momentes schien uns auch für unsern Zweck Aussicht auf Erfolg zu haben. In der That fand die nachträgliche Lagenänderung der Schneiden nicht mehr statt, nachdem der Wagebalken einige Tage in siedendes Wasser gelegt worden war und sich dann mit diesem langsam abgekühlt hatte.

Endlich ist noch eine Fehlerquelle zu erwähnen, welche zwar nur in der Besonderheit der uns gegebenen Verhältnisse begründet ist, aber sich wie die bisherigen an der Wage selbst geltend macht. Bei den ersten Vorversuchen zeigte sich, dass die Empfindlichkeit von Beginn einer Beobachtungsreihe an allmählich abnahm, um nach ein bis zwei Stunden bei etwa fünf Sechstel des Anfangswerthes constant zu werden. Nachdem wir constatirt hatten, dass die Erscheinung ihre Ursache in den von der Scale ausgehenden Lichtstrahlen haben müsse, erklärten wir sie uns folgendermaassen. Jene Strahlen fallen nur auf die Oberseite des Wagebalkens und des an ihm befestigten Spiegels. Es wird sich daher allmählich nach Beginn der Strahlung ein stationärer Zustand ausbilden, bei welchem die Oberseite des Balkens ein wenig wärmer ist als die Unterseite. Die Folge hiervon muss eine Biegung des Wagebalkens sein in dem Sinne, dass der Schwerpunkt nach unten rückt, also die Empfindlichkeit kleiner wird. Die störende Erscheinung verschwand, nachdem die nichtleuchtenden Strahlen der Scalenbeleuchtung durch Alaunlösung beseitigt worden waren, nachdem über dem Wagebalken ein Diaphragma angebracht war, welches die Lichtstrahlen nur auf den Spiegel fallen liess, und nachdem die Einrichtung getroffen war, dass das Licht der

Scale für gewöhnlich vollkommen abgeblendet war durch eine Blechklappe, die nur beim Ablesen der Umkehrpunkte der schwingenden Wage jedesmal für einige Secunden hochgezogen wird.

III. Gewichtsstücke.

Die bei den Wägungen benutzten Gewichte sind erstens Kilogrammstücke, zweitens Hohlkugeln, drittens Reitergewichte. Für die Kilogrammstücke war, damit sie barocentrisch seien, die Kugelform gegeben. Als Material war zuerst vergoldetes Messing gewählt worden; aber die Kugeln, drei an der Zahl, zeigten bei gleicher Masse ein um mehrere Procent verschiedenes Volumen, vermuthlich in Folge innerer Hohlräume. Das war für uns unzulässig, da in Folge der starken Volumendifferenzen das Gewicht der verdrängten Luft einen zu grossen Einfluss auf unsere Wägungen erhalten hätte. Die neuen Kilogrammkugeln, welche zu den definitiven Wägungen benutzt werden, sind aus gegossenem, gehämmertem Kupfer hergestellt, sind zur Unterscheidung theils vergoldet, theils platinirt, und haben nur geringe Volumendifferenzen. Ihre Massen und Volumina sind im Bureau international des poids et mesures zu Bréteuil durch Hrn. Thiesen bestimmt worden, dem wir hierfür wie für viele werthvolle Rathschläge zum grössten Danke verpflichtet sind.

Zur Compensation des Auftriebes der Luft, bez. zur Bestimmung desselben durch Wägung, wie weiter unten auseinandergesetzt, dienen vier Hohlkugeln. Zwei derselben sind allseitig geschlossen und haben nahe dasselbe Volumen wie die Kilogrammkugeln. Die beiden andern haben je sechs kreisförmige Löcher, so dass sie keinen inneren abgeschlossenen Hohlraum haben. Diese »durchbrochenen Hohlkugeln« haben in Luft nahezu dasselbe scheinbare Gewicht wie jene »geschlossenen Hohlkugeln«. Die vier Hohlkugeln mussten aus je zwei Hälften zusammengelöthet werden. Es gelang nicht, Hohlkugeln aus Kupfer, vergoldet, herzustellen, welche genügend constante Masse gehabt hätten. Die definitiven Hohlkugeln sind aus Platin verfertigt und mit Gold gelöthet. Ihre Massen und Volumina wurden von dem Einen von uns (Kr.-M.) zuerst im Frühjahr 1890, dann wieder im November 1892 auf der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Commission bestimmt. Es ergaben sich in der That kleine Änderungen der Constanten, welche aber zu klein waren, als dass sie unsere Resultate wesentlich hätten beeinflussen können.

Die Reitergewichte endlich bestehen aus Aluminiumdraht. Drei Sätze derselben sind in Bréteuil durch Hrn. Kohlrausch unter Leitung von Hrn. Thiesen bestimmt worden. An Stelle einiger verloren ge-

gangener und beschädigter Reitergewichte wurden im Laufe der Untersuchung neue angefertigt, die mit jenen alten auf einer von Hrn. Stückrath angefertigten Spitzenwage verglichen wurden. Als wesentlich ist noch zu bemerken, dass die Reitergewichte nicht auf den Wagebalken abgesetzt werden, sondern auf das Gehänge, sodass sie mit ihrem vollen Gewichte am selben Hebelarm wie die Kilogrammstücke bez. die Hohlkugeln angreifen.

Auf beiden Seiten der Wage können je sechs Reitergewichte aufgesetzt werden, deren Massen folgende Nominalwerthe haben:

$$0.8:\ 1:\ 1.4:\ 3:\ 9:\ 27\ \text{Mg.}$$

Es ist dadurch die Möglichkeit gegeben, als Zulage jedes gewünschte Vielfache von $0^{mg}2$ herzustellen. Verlangt man z. B. die Zulage $4^{mg}2$ links, so hat man aufzusetzen links 9; rechts $0.8 + 1 + 3$.

Das Aufsetzen geschieht durch Schnurübertragung (neuerdings mit Hülfe von Aluminiumdrähten wegen der wechselnden Feuchtigkeit) vom Platze des Beobachters aus.

IV. Methoden der Wägungen.

A. Wägungen mit verticaler Vertauschung.

Nach der ursprünglich geplanten Methode sollte die Differenz der Beschleunigungen am Orte der oberen und der unteren Schalen durch directen verticalen Transport der Kugeln während einer und derselben Wägungsreihe bestimmt werden. Diese Methode erwies sich aber in den allermeisten Fällen als unausführbar, weil schon bei einer Temperaturdifferenz von nur etwa $0°04$ zwischen oben und unten zu bedeutende Störungen auftreten, deren Ursache darin zu suchen ist, dass die nicht im Temperatur-Gleichgewicht mit der Umgebung befindlichen Gewichtskugeln auf- oder absteigende Luftströmungen erzeugen. Im Sommer ist nämlich die Temperatur am Orte der oberen Wageschalen um einige Zehntel Grad höher, im Winter niedriger, als diejenige am Orte der unteren Wageschalen. Zweimal im Jahre (im Frühjahr und Herbst) pflegt indessen auf mehrere Tage die gewünschte Gleichheit der Temperaturen hinreichend erfüllt zu sein, und es ist uns in der That gelungen, in solchen Zeiten einige brauchbare Bestimmungen nach dieser directen Methode auszuführen.

Die Theorie dieser Wägungsweise soll wegen ihrer grösseren Einfachheit hier zuerst behandelt werden.

Wir bezeichnen die Massen der beiden angewandten Kilogrammkugeln mit M unter Hinzufügung eines individuellen Index; die Massen der beiden zur Compensirung des Luftauftriebes dienenden Hohlkugeln

werden entsprechend durch m ausgedrückt; die Volumina der Vollkugeln sind durch V und die nahezu gleichen der Hohlkugeln durch $\mathfrak{V}$ gekennzeichnet, die Luftdichte oben und unten ist d_o und d_u. Die links und rechts zur Aequilibrirung dienenden Zulagen sind z_l und z_r, die dadurch bewirkte Einstellung der Wage ist durch den Scalentheil e charakterisirt und kann bei dem geringen Decrement unserer Wage aus drei Umkehrpunkten hergeleitet werden. Der Werth eines Scalentheiles in Milligrammen sei ω, und die Beschleunigung am Orte der oberen und unteren Schalen sei g_o bez. g_u.

Die Scala zählt in dem Sinne, dass eine Mehrbelastung der linken Schalen die Einstellung nach den grösseren Zahlen treibt. Bezeichnen wir endlich noch die für das Resultat gleichgültige Einstellung der unbelasteten Wage mit Np (Nullpunkt), so können wir als Princip für die aufzustellenden Gleichungen den Satz aussprechen:

Die gesammte links angreifende Kraft weniger der rechts angreifenden Kraft entspricht $(e - Np)$ ausgedrückt in Milligrammgewicht, ist also gleich $(e - Np)\,\omega \cdot g_o$.

Um die Stellung der Kugeln während einer Wägung kurz bezeichnen zu können, wollen wir ihre Symbole in die vier Fächer eines Kreuzes eintragen; die Bedeutung dieser Fächer ist:

obere Schale links	obere Schale rechts
untere Schale links	untere Schale rechts

Bei unserer zuerst zu behandelnden Methode der verticalen Vertauschungen bleiben die links befindlichen Kugeln immer links, ebenso rechts, wir werden daher die Vollkugeln als M_l und M_r, die Hohlkugeln als m_l und m_r unterscheiden können. Machen wir nun zwei Wägungen mit folgenden Stellungen:

I.

$M_l + z_l^{\mathrm{I}}$	$m_r + z_r^{\mathrm{I}}$
m_l	M_r

Einstellung e^{I}

II.

$m_l + z_l^{\mathrm{II}}$	$M_r + z_r^{\mathrm{II}}$
M_l	m_r

Einstellung e^{II}

so erhalten wir folgende zwei Gleichungen:

$$\text{I.}\quad [(M_l - V_l d_o + z_l^{\mathrm{I}})g_o + (m_l - \mathfrak{V}_l d_u)g_u] - [(m_r - \mathfrak{V}_r d_o + z_r^{\mathrm{I}})g_o + (M_r - V_r d_u)g_u] = (e^{\mathrm{I}} - Np)\,\omega\, g_o$$

$$\text{II.}\quad [(M_l - V_l d_u)g_u + (m_l - \mathfrak{V}_l d_o + z_l^{\mathrm{II}})g_o] - [(m_r - \mathfrak{V}_r d_u)g_u + (M_r - V_r d_o + z_r^{\mathrm{II}})g_o] = (e^{\mathrm{II}} - Np)\,\omega\, g_o$$

aus denen durch Subtraction zur Elimination von Np und durch Zusammenfassung nach g_o und g_u folgt:

$$g_o\{M_l + M_r - m_l - m_r - (V_l + V_r - \mathfrak{V}_l - \mathfrak{V}_r)d_o + (z_l - z_r)^{\mathrm{I}} - (z_l - z_r)^{\mathrm{II}} - (e^{\mathrm{I}} - e^{\mathrm{II}})\cdot\omega\} = g_u\cdot\{M_l + M_r - m_l - m_r - (V_l + V_r - \mathfrak{V}_l - \mathfrak{V}_r)d_u\}.$$

Somit ist $\frac{g_u}{g_o}$ bekannt, und wir können daraus bilden:

$$\frac{g_u - g_o}{g_u + g_o} = \frac{(V_l + V_r - \mathfrak{V}_l - \mathfrak{V}_r)(d_u - d_o) + (z_l - z_r)^{\mathrm{I}} - (z_l - z_r)^{\mathrm{II}} - (e^{\mathrm{I}} - e^{\mathrm{II}})\cdot\omega}{2\,(M_l + M_r - m_l - m_r)} \quad 1.$$

In dieser Gleichung sind im Nenner alle Summanden unterdrückt, welche sehr klein gegen die grossen Massen der Kugeln sind. Der Zähler stellt nämlich eine Grösse dar, welche etwas über 1^{mg} beträgt; da nun die Genauigkeit der Wägung höchstens bis auf $0.^{\mathrm{mg}}01$ getrieben werden kann, so sind nur drei Ziffern desselben verbürgt. Es genügt daher auch im Nenner eine gleiche Zahl von Stellen, d. h. ein ganz roher Werth der Massen. Ebenso kann man $g_u + g_o = 2g$ setzen, und für g die auf die Breite von Spandau bezogene Beschleunigung der Schwerkraft nehmen. Wenn man nun $g_u - g_o$ ausrechnen will, so tritt zunächst ein stets gleichbleibender Factor auf, dessen Zahlenwerth ein für allemal feststeht. Derselbe ist

$$\frac{g}{M + M - m - m} = 0.0_5 5180\,\frac{\text{Meter}}{\text{Sec}^2\cdot\text{mg}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 2.$$

Der andere Factor, Zähler der Gleichung (1), stellt die doppelte Abnahme des Gewichtes eines Kilogramms für die betreffende Höhendifferenz dar, ausgedrückt in mg, und gewährt eine bessere Anschauung als der Werth $g_u - g_o$ selbst. Es ist also:

$$g_u - g_o = 0.0_5 5180\cdot\{(V_l + V_r - \mathfrak{V}_l - \mathfrak{V}_r)(d_u - d_o) + (z_l - z_r)^{\mathrm{I}} - (z_l - z_r)^{\mathrm{II}} - e^{\mathrm{I}} - e^{\mathrm{II}})\,\omega\} \quad 3.$$

Somit ist gezeigt, wie man aus einer einzigen nach der angegebenen Methode angestellten Beobachtungsreihe den Werth von $g_u - g_o$ ermitteln kann, ohne den Werth der grossen Massen genau zu kennen. —

B. Wägungen mit horizontaler Vertauschung.

Die grössere Zahl der Bestimmungen ist indessen aus dem oben berührten Hinderungsgrund nicht auf diese Weise gewonnen, sondern durch Combination je zweier an verschiedenen Tagen vorgenommenen Wägungsreihen mit horizontalen Vertauschungen und je einer verticalen Vertauschung nach Schluss jeder Wägungsruhe. Die Vertauschung zwischen rechts und links, sowohl oben als unten, kann bei unserer Wage leider nicht im Innern des Wagekastens bez. des

Hohlraumes bei den unteren Schalen vorgenommen werden: denn nach dem ursprünglichen Plane sollten nur verticale Vertauschungen vorgenommen werden, bei welchen der für den Bleiklotz bestimmte Raum umgangen werden musste. Wir müssen deshalb die Kugeln etwa $1^1/_2{}^m$ weit aus dem Wagekasten herausfahren, um die Vertauschung vornehmen zu können; dabei bleiben die Kugeln jedoch immer noch innerhalb des grossen Zinkkastens, so dass dieser Umstand wohl meistens unbedenklich und die Annahme, dass die Isothermen Horizontalflächen sind, berechtigt ist. Zu Zeiten starken Temperaturgefälles jedoch und einige Tage lang, nachdem Menschen oder Licht in diesem innern Raum gewesen sind, zeigten sich Störungen, deren Richtungssinn durch Temperaturveränderungen der Kugeln während der Vertauschung (Luftströme) wohl zu erklären waren. Zum grössern Schutz gegen diese Einflüsse wurde nachträglich noch der ganze Weg, welchen die Kugeln ausserhalb des Wagekastens zurücklegen müssen, mit Blech umhüllt.

Wir wollen nun die Theorie unserer hauptsächlich angewendeten Methode zur Bestimmung von $g_u - g_o$ ausführen, und betrachten zu dem Zwecke zunächst eine einzelne Wägungsreihe mit Vertauschung von rechts und links. Die oben befindlichen Kugeln bleiben dabei oben, die unteren unten, wir können daher die beiden Vollkugeln durch die Bezeichnungen M_o und M_u, die Hohlkugeln durch m_o und m_u unterscheiden. Die beiden vorkommenden Stellungen sind:

I.		II.	
$M_o + z_l^{\mathrm{I}}$	$m_o + z_r^{\mathrm{I}}$	$m_o + z_l^{\mathrm{II}}$	$M_o + z_r^{\mathrm{II}}$
m_u	M_u	M_u	m_u
Einstellung e^{I}		Einstellung e^{II}	

aus denen man folgende Gleichungen ablesen kann:

$$\text{I.}\quad (M_o - V_o d_o + z_l^{\mathrm{I}})g_o + (m_u - \mathfrak{V}_u d_u)g_u - [(m_o - \mathfrak{V}_o d_o + z_r^{\mathrm{I}})g_o + (M_u - V_u d_u)g_u] = (e^{\mathrm{I}} - N_p)\omega \cdot g_o$$

$$\text{II.}\quad (m_o - \mathfrak{V}_o d_o + z_l^{\mathrm{II}})g_o + (M_u - V_u d_u)g_u - [(M_o - V_o d_o + z_r^{\mathrm{II}})g_o + (m_u - \mathfrak{V}_u d_u)g_u] = (e^{\mathrm{II}} - N_p)\omega \cdot g_o .$$

Durch Subtraction der zweiten von der ersten und Zusammenfassung nach g_o und g_u erhält man

$$g_o \{ 2(M_o - m_o) - 2(V_o - \mathfrak{V}_o)d_o + (z_l - z_r)^{\mathrm{I}} - (z_l - z_r)^{\mathrm{II}} - (e^{\mathrm{I}} - e^{\mathrm{II}})\omega g_o \} = g_u \{ 2(M_u - m_u) - 2(V_u - \mathfrak{V}_u)d_u \} .$$

Hieraus ergibt sich ein Ausdruck für $\frac{g_u}{g_o}$, aus dem folgt:

$$\frac{g_u - g_o}{g_u + g_o} = \frac{2[M_o - M_u - m_o + m_u - (V_o - \mathfrak{V}_o)d_o + (V_u - \mathfrak{V}_u)d_u] + (z_l - z_r)^{\mathrm{I}} - (z_l - z_r)^{\mathrm{II}} - (e^{\mathrm{I}} - e^{\mathrm{II}})\omega}{2(M_o + M_u - m_o - m_u)} \quad 4.$$

Im Nenner sind wieder, wie in Gleichung (1), sehr kleine Beträge gegen die grossen Massen vernachlässigt worden: im Zähler dagegen heben sich die grossen Massen zum grössten Theile auf, es ist aber zur Bestimmung ihrer kleinen Differenzen die Kenntniss ihrer Grösse bis auf denselben Grad von Genauigkeit nothwendig, den wir von der Wägung selbst verlangen, d. h. $0^{mg}01$ auf 1^{kg}; bis auf einen so kleinen Betrag bleibt aber die Masse vergoldeter Kupferkugeln, zumal bei der Benutzung unter unseren Verhältnissen nicht constant.

Macht man aber nach Schluss der eben betrachteten Wägungsreihe eine Vertauschung der beiden Vollkugeln untereinander und der beiden Hohlkugeln untereinander, also eine Vertauschung schräg über Kreuz, d. h. zwischen links oben und rechts unten, sowie zwischen rechts oben und links unten, und stellt dann frühestens am nächsten Tage, nachdem sich die Temperaturen ausgeglichen haben, eine ebensolche Wägungsreihe mit horizontaler Vertauschung an, so kann man durch Vereinigung der Resultate die grossen Massen im Zähler der letzten Gleichung eliminiren. Vorausgesetzt ist dabei nur, dass sich dieselben zwischen beiden Tagen nicht um $0^{mg}01$ verändert haben; z. B. sind zwei Reihen nicht combinirbar, wenn zwischen beiden die Gewichtskugeln angefasst oder gereinigt worden sind.

Aus der zweiten Wägungsreihe erhalten wir nun eine ganz ebensolche Gleichung für $\frac{g_u - g_o}{g_u - g_o}$, wir wollen die auf diese Reihe bezüglichen Grössen mit einem Strich bezeichnen; dann ist:

$$\frac{g_u - g_o}{g_u + g_o} = \frac{2[M_o' - M_u' - m_o' + m_u' \quad (V_o' - \mathfrak{V}_o')d_o' + (V_u' - \mathfrak{V}_u')d_u'] + (z_l - z_r)^{\mathrm{I}} - (z_l - z_r)^{\mathrm{II}} - (e^{\mathrm{I}} - e^{\mathrm{II}})\omega'}{2(M_o' + M_u' - m_o' - m_u')} \quad 4'.$$

Wegen der zwischen beiden Tagen vorgenommenen Kreuzvertauschung gelten aber folgende Identitäten:

$$M_o' \equiv M_u, \; M_u' \equiv M_o, \; m_o' \equiv m_u, \; m_u' \equiv m_o \; ^1$$

und man erkennt daraus sofort, dass sich bei einer Addition der aus beiden Reihen abgeleiteten Gleichungen die grossen Massen im Zähler wegheben: die Nenner sind identisch, und man erhält unter Benutzung des Factors (2) folgenden Ausdruck:

$$g_u - g_o = 0.0_5 5180 \left\{ \begin{array}{l} [-(V_o - \mathfrak{V}_o)d_o + (V_u - \mathfrak{V}_u)d_u] + [(z_l - z_r)^{\mathrm{I}} - (z_l - z_r)^{\mathrm{II}} - (e^{\mathrm{I}} - e^{\mathrm{II}})\omega] \\ + [-(V_o' - \mathfrak{V}_o')d_o' + (V_u' - \mathfrak{V}_u')d_u'] + [(z_l - z_r)^{\mathrm{I}} - (z_l - z_r)^{\mathrm{II}} - (e^{\mathrm{I}} - e^{\mathrm{II}})\omega'] \end{array} \right\} \quad 5.$$

Wie man sieht, gehen die auf beide Wägungsreihen bezüglichen Grössen getrennt von einander und in ganz gleicher Form in das

[1] Für die Volumina gelten solche Identitäten nicht wegen der veränderten Temperaturen.

Resultat ein, so dass man aus jeder einzelnen Wägungsreihe die zur Bildung des Zählers von $g_u - g_o$ nöthigen Ausdrücke getrennt berechnen kann. Der eine Ausdruck, den wir mit α bezeichnen, ergibt sich direct aus den Daten der Wägung, und lautet:

$$\alpha = (z_l - z_r)^{\mathrm{I}} - (z_l - z_r)^{\mathrm{II}} - (e^{\mathrm{I}} - e^{\mathrm{II}}) \cdot \omega,$$

der andere enthält den durch die kleinen Ungleichheiten der Volumina bedingten Luftauftrieb und werde bezeichnet mit:

$$\Phi = -(V_o - \mathfrak{V}_o) d_o + (V_u - \mathfrak{V}_u) d_u.$$

Man kann dann den Zähler von $g_u - g_o$ stets zusammensetzen aus $\alpha + \alpha' + \Phi + \Phi'$, und diese Summe ist wieder (wie oben der Zähler der Gleichung (1)) die doppelte Abnahme des Gewichtes eines Kilogramms für die betreffende Höhendifferenz.

C. Bestimmung der Dichtigkeit der Luft.

Beide auseinandergesetzte Methoden verlangen die Kenntniss der Luftdichte am Orte der oberen und der unteren Wageschalen bis auf 1 Procent: die vorkommenden Volumdifferenzen unserer Kugeln betragen nämlich etwas weniger als 1^{ccm}, und $0{,}^{\mathrm{mg}}01$ wird verlangt.

Zur Ermittelung der Luftdichte verwenden wir eine Methode der directen Bestimmung des Gewichtes der verdrängten Luft durch Wägung. Das Princip ist die Messung des Gewichtsverlustes eines Körpers von bekannter Masse und bekanntem Volumen durch den Auftrieb in der Luft;[1] die Ausführung dieses Princips war ursprünglich in ganz anderer Form geplant, als sie jetzt wirklich geschieht. – Es werden dabei ausser den beiden geschlossenen Hohlkugeln noch die zwei oben schon beschriebenen durchbrochenen Hohlkugeln gebraucht, welche in Luft scheinbar dasselbe Gewicht, wie jene zeigen, dagegen nur das geringe Volumen ihrer Wandungen besitzen. Die Massen dieser durchbrochnen Kugeln wollen wir durch μ, das Volumen durch $\mathfrak{v}$ charakterisiren.

Um nun d_o zu bstimmen, macht man mit einer geschlossenen und einer durchbrochenen Hohlkugel eine Doppelwägung auf den oberen Schalen:

I) Links $\mu_o + z_l^{\mathrm{I}}$, rechts $m_o + z_r^{\mathrm{I}}$, Einstellung e^{I}
II) » $m_o + z_l^{\mathrm{II}}$, » $\mu_o + z_r^{\mathrm{II}}$, » e^{II}.

Daraus folgen die beiden Gleichungen:

$$(\mu_o - \mathfrak{v}_o d_o + z_l^{\mathrm{I}}) - (m_o - \mathfrak{V}_o d_o + z_r^{\mathrm{I}}) = (e^{\mathrm{I}} - Np)\omega$$
$$(m_o - \mathfrak{V}_o d_o + z_l^{\mathrm{II}}) - (\mu_o - \mathfrak{v}_o d_o + z_r^{\mathrm{II}}) = (e^{\mathrm{II}} - Np)\omega$$

[1] F. Richarz, Verh. d. physik. Ges. z. Berlin. 25. Juni 1886; p. 83.

und nach Elimination von Np:

$$2(\mu_o - m_o) + 2(\mathfrak{B}_o - \mathfrak{v}_o)d_o + (z_l - z_r)^{\mathrm{I}} - (z_l = z_r)^{\mathrm{II}} - (e^{\mathrm{I}} - e^{\mathrm{II}})\omega$$

schliesslich:

$$d_o = \frac{(m_u - \mu_o) - \frac{1}{2}\left[(z_l - z_r)^{\mathrm{I}} - (z_l - z_r)^{\mathrm{II}} - (e^{\mathrm{I}} - e^{\mathrm{II}})\omega\right]}{\mathfrak{B}_o - \mathfrak{v}_o}.$$

Ebenso kann auf den unteren Schalen durch das andere Hohlkugelpaar m_u und μ_u die Luftdichte d_u gefunden werden. Die auf diese Weise gewonnene Bestimmung ist genauer, als für unsere Zwecke nöthig, denn es ist leicht, sowohl die etwas über 100^{ccm} betragende Volumdifferenz im Nenner, als auch die im Zähler vorkommende Massendifferenz genauer als auf 1 Procent zu bestimmen.

Ungefähr dieselbe Genauigkeit liefert die Berechnung der Luftdichte aus Luftdruck, Temperatur und Feuchtigkeit nach der Formel:

$$d = 1.293 \cdot \frac{b - \frac{3}{8}e}{(1 + 0.00367\,\vartheta) \cdot 760} \frac{\mathrm{mg}}{\mathrm{ccm}}$$

wo b den Barometerstand im mm Hg., ϑ die Temperatur in Celsiusgraden bedeutet, und $\frac{3}{8}e$ mit dem relativen Feuchtigkeitsgehalt von w Procent zusammenhängt durch die im Bereich der bei uns vorkommenden Temperaturen richtige Formel

$$\tfrac{3}{8}e = 0.367 \cdot (1 + 0.0037[\vartheta - 10]) \cdot (9.4 + 0.6[\vartheta - 10]) \cdot \frac{w}{100}.$$

Zur schnellen Berechnung von d aus b, ϑ, w haben wir uns Tabellen hergestellt.

Der Barometerstand wird im Beobachtungsraum an einem Fuess'schen Normalbarometer abgelesen, auf 0° reducirt und auf die verschiedenen Höhen der oberen und unteren Schalen hin corrigirt, das Vacuum des Barometers ist von Zeit zu Zeit geprüft worden und stets ausreichend gefunden worden. Die Correctionen der beiden Thermometer sind auf der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Commission festgestellt worden, ausserdem sind vor kurzem beide unter einander verglichen worden und das eine von ihnen einer neuen Eispunktbestimmung und Vergleichung mit einem neubestimmten Normal-Thermometer der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Commission unterzogen worden. Für die beiden Pfister'schen Haarhygrometer sind durch zweimaligen Vergleich mit einem Alluard'schen Condensations-Hygrometer und Bestimmung des Punktes $w = 100$ die Correctionen festgestellt worden.

Da die beiden Methoden der Bestimmung der Luftdichte anfänglich stets vortreffliche Übereinstimmung zeigten, wurden die zeit-

raubenden Luftwägungen unterlassen und nur von Zeit zu Zeit als Controle ausgeführt. Dabei stellte sich aber mit der Zeit eine Differenz in den Resultaten heraus, die schon seit zwei Jahren die constante Grösse von etwa 1 Procent aufweist, und sich bei d_o wie bei d_u in ganz gleicher Weise zeigt, deshalb aber auch unsere Resultate nicht alteriren kann, wie eine Betrachtung des Ausdruckes $\Phi + \Phi'$ lehrt. Die Ursache dieser Differenz aufzudecken ist uns nicht gelungen: die Neubestimmungen der meteorologischen Instrumente und der Constanten der Hohlkugeln haben keine Erklärung gebracht: auch der Anwesenheit von Bestandtheilen in der Luft, welche in der meteorologischen Formel für d nicht berücksichtigt sind, konnten wir die Schuld nicht zuschreiben. Wir dachten dabei zunächst an die Möglichkeit eines abnorm hohen Kohlensäuregehaltes der Luft in unserm allseitig mit Blech ausgekleideten Raume: aber derselbe ergab sich doch nur zu 0.1 Procent. Weiter richtete sich unser Verdacht gegen den Dampf des Kamphers, den wir mit Erfolg zur Vertreibung von Motten, Mücken und andere Insecten benutzt hatten. Wir bestimmten die Dampfspannung des gesättigten Kampherdampfes und fanden dieselbe bei etwa 10° C. gleich 1 mm Hg, ein Werth, welcher bei dem hohen Moleculargewichte des Kamphers in der That eine Vermehrung der Luftdichte um die gefundene Grösse hätte erklären können. Aber auch nach Entfernung des Kampherdampfes durch Ventilation blieb die Differenz bestehen.

Dieselbe ist leider bis jetzt unerklärt; aber sie beeinflusst, wie oben erwähnt, unsere Resultate nicht.

D. Einzelheiten der Ausführung.

Über die praktische Ausführung der einzelnen Wägungsreihen ist noch zu bemerken, dass die im Vorangehenden durch I. und II. bezeichneten Wägungen in abwechselnder Reihenfolge mehrfach wiederholt wurden, meist fünf Wägungen an jedem Tage, wobei $I = III - V$ und $II = IV$: durch Nehmen des Mittels aus den gleichbedeutenden Einstellungen wurden langsame Wanderungen eliminirt, und der in der vorstehenden Theorie mit $e^I - e^{II}$ bezeichnete Werth ist in Wahrheit

$$\tfrac{1}{3}\{[\tfrac{1}{2}(e^I + e^{III}) - e^{II}] + [e^{III} - \tfrac{1}{2}(e^{II} + e^{IV})] + [\tfrac{1}{2}(e^{III} + e^V) - e^{IV}]\}.$$

Der Werth eines Scalentheiles in Milligrammen (ω) oder sein reciproker Werth, die Empfindlichkeit, wurde durch Veränderung der Gewichtszulage um $0^{mg}8$ oder 1^{mg} bestimmt. Die Einrichtung unserer Wage erlaubt es, die Reitergewichte während des Schwingens aufzusetzen und abzuheben, wodurch die durch das Arretiren verursachten Ver-

änderungen in der Einstellung der Wage vermieden und sehr gut übereinstimmende Werthe der Empfindlichkeit erzielt werden. Aber eine ziemlich schnell verlaufende elastische Nachwirkung in den Schneiden bewirkt, dass die Wage nach Abheben der Zulage nicht auf ihre vorige Einstellung zurückgeht, vermuthlich auch nach dem Auflegen nicht vollkommen in die neue Stellung einrückt. So zeigt sich denn die so bestimmte Empfindlichkeit stets 5–10 Procent kleiner als diejenige, welche durch Änderung der Zulage mit zwischenliegendem Arretiren gewonnen wird. Letztere ist aber die für die Ausrechnung der Wägungsreihe maassgebende Grösse.

Eine einzelne der Wägungen I, II ... V besteht daher bei uns aus einer Reihe von Einstellungen (je nach dem Zustand der Wage fünf bis sieben) mit zwischenliegendem Arretiren und Aufsetzen oder Abheben des zur Empfindlichkeitsbestimmung verwendeten Reiters. Aus den alternirenden Einstellungen erhält man so täglich mindestens 15 Werthe der Empfindlichkeit, deren Mittel ω ergibt.

Es ist wegen der elastischen Nachwirkungen in der Schneide vortheilhaft, die beiden vorkommenden Einstellungen möglichst symmetrisch zur arretirten Stellung der Wage zu wählen, wie auch e^{II} möglichst nahe an e^{I} zu bringen. Letzteres hat noch den Vortheil, dass dann ein Fehler von ω den geringsten Einfluss hat.

V. Resultate.

Im September 1890 glaubten wir alle Vorbereitungen für den Beginn der definitiven Wägungen getroffen zu haben und hofften auf eine genügende Übereinstimmung derselben. In dieser Erwartung sahen wir uns aber zunächst noch getäuscht: es stellten sich bis zum August 1891 noch eine Reihe der im Capitel »Wage« besprochenen Fehlerquellen heraus; auch functionirte bis dahin der automatische Vertauschungsmechanismus noch nicht tadellos, sodass das Innere des Zinkkastens allzu oft betreten werden musste: allzu oft, in Anbetracht der hohen Anforderungen, die an die Constanz der Temperatur zu stellen waren, die wir damals aber noch nicht genügend würdigten. Im October 1891, zur Zeit des sommerlichen Temperaturmaximums, welches in unserm Raume so verspätet eintritt, gelang es zuerst, eine Reihe hinreichend übereinstimmender Wägungen zu erhalten. Im November konnten wir zum ersten Male die Zeit der Temperaturgleichheit oben und unten zu Wägungen mit Verticalvertauschung benutzen. Diese zeigten uns in auffallendster Weise den grossen Einfluss, den Temperaturdifferenzen schon von einigen Hundertel Grad zwischen Gewichtskugeln und umgebender Luft auf die Wägungen ausüben. Ist die Temperatur oben

etwas höher als unten, so erzeugt nach der Verticalvertauschung die von oben nach unten transportirte massive Kugel um sich einen aufsteigenden Luftstrom und erscheint zu leicht; die von unten nach oben transportirte erzeugt einen absteigenden Luftstrom und erscheint zu schwer; die Abnahme des Gewichts mit der Höhe ergibt sich also zu klein. Die Hohlkugeln spielen bei dieser Störung keine Rolle, da ihre Temperatur sich ausserordentlich viel schneller ausgleicht. Ist umgekehrt die Temperatur oben etwas niedriger als unten, so erscheint die Abnahme des Gewichts mit der Höhe zu gross. Dies war im November und December 1891 aufs deutlichste zu erkennen.

In dieser und der nächstfolgenden Zeit wurden eine Anzahl von Beobachtungsreihen unter Bedingungen angestellt, deren Ungünstigkeit wir erst später zu übersehen im Stande waren. Ende Februar 1892 trat ein so rapider Abfall der Temperatur ein, dass wir zur Herstellung des oben erwähnten zweiten Systems von Bretterverschlägen mit Sägespänefüllung schritten. Im März und April waren Temperaturverhältnisse und Zustand der Wage andauernd günstig. Im Mai wurde der letztere allmählich schlechter, wie hinterher gefunden wurde in Folge von Staub und Schlottern der Arretirung; da aber die Zeit der Temperaturgleichheit oben und unten nahe bevorstand, wollten wir die Wage nicht auseinandernehmen. Ende Mai und Anfang Juni trat die Temperaturgleichheit ein und wir konnten Wägungen mit Verticalvertauschung anstellen.

In diesem Wechsel der Verhältnisse von September 1890 bis Juni 1892 ist es uns gelungen, 24 Werthe der Abnahme der Schwere mit der Höhe aus Wägungsreihen mit Horizontalvertauschung und 2 aus solchen mit Verticalvertauschung unter guten Temperaturverhältnissen und bei befriedigendem Zustande der Wage zu erhalten. Für die Wägungen bei ungenügender Temperaturconstanz oder mangelhaftem Zustande der Wage ergeben sich ferner 26 Werthe aus Reihen mit Horizontalvertauschung und 7 Werthe aus Reihen mit Verticalvertauschung. Wir haben keinen Grund, bei diesen minderwerthigen Beobachtungen das Vorhandensein einer einseitig wirkenden Fehlerquelle anzunehmen; dieselben sollen daher ebenfalls angegeben und berücksichtigt werden.

Aus den drei Gruppen von Bestimmungen ergeben sich für die doppelte Gewichtsabnahme eines Kilogramms bei einer Höhendifferenz von $2^{m}26$ folgende Werthe, ausgedrückt in Milligramm-Gewicht:

7 minderwerthige Bestimmungen aus Wägungen mit Verticalvertauschung liefern:

$$1.2624 \pm 0.0299$$

mit einem wahrscheinlichen Fehler der Einzelbestimmung von ± 0.0792;

26 minderwerthige Bestimmungen aus Wägungen mit Horizontalvertauschungen liefern:

$$1.2465 \pm 0.0055$$

mit einem wahrscheinlichen Fehler der Einzelbestimmung von ± 0.0283:

26 Bestimmungen unter guten Verhältnissen, darunter 24 aus Wägungen mit Horizontalvertauschung, 2 aus solchen mit Verticalvertauschung geben:

$$1.2610 \pm 0.0021$$

mit einem wahrscheinlichen Fehler der Einzelbestimmung von ± 0.0105.

Die Vereinigung der 3 Gruppen-Mittel nach Maassgabe ihrer wahrscheinlichen Fehler zu einem Gesammtmittel gibt

$$1.2592 \pm 0.0020 .$$

Diess ist der Werth des Zählers von Gleichung (1) oder (5): durch Multiplication mit dem auf Seite 174 berechneten Factor (2) folgt daraus die Differenz der Schwere am Orte der oberen und unteren Wageschalen

$$g_u - g_o = 0.0_5 6523 \frac{m}{\text{sec}^2} .$$

Unter der Voraussetzung, dass die Erde eine Kugel vom Halbmesser R sei und in concentrischen Schichten gleiche Dichtigkeit habe, würde für äussere Punkte die variable Beschleunigung g dem Quadrate der Entfernung r vom Erdmittelpunkte umgekehrt proportional sein:

$$g = \frac{A}{r^2} \quad \text{und also} \quad dg = -\frac{2A}{r^3} dr ,$$

woraus

$$g_u - g_o = \frac{2g}{R} h ,$$

wo h die Höhendifferenz sei. Nun ist

$$h = 2.26m \; ; \quad g = 9.813 \frac{m}{\text{sec}^2} \; ; \quad R = 6366200m .$$

Mithin $g_u - g_o$ (berechnet) $= 0.0_5 697 \frac{m}{\text{sec}^2}$.

Der beobachtete Werth ist also erheblich kleiner als der berechnete. Eine Abweichung in demselben Sinne haben auch bei den früheren Bestimmungen der Abnahme der Schwere mit der Höhe Jolly[1] und Hr. Thiesen[2] gefunden. Bei unseren Versuchen war aber auch die

[1] Ph. von Jolly, Abh. d. Münch. Akad. 13. 1, S. 155. 1878; 14. 2, S. 1. 1883. Wied. Ann. 14, S. 331. 1881.

[2] Thiesen, Détermination de la variation de la pesanteur avec la hauteur. Travaux et Mémoires du Bureau international des poids et mesures. t. VII. 1890.

Voraussetzung der theoretischen Berechnung, dass man sich ausserhalb der Erde befinde, durchaus nicht erfüllt: die zwischen dem Niveau der oberen und dem der unteren Schalen befindlichen Theile der Gewölbe und der Erdmassen des Bastions müssen durch ihre Gravitationswirkung die Differenz der Schwere zwischen den unteren und oberen Schalen ganz erheblich vermindern. Übrigens kann im allgemeinen jene Abweichung des beobachteten und berechneten Werthes von $g_u - g_o$ auch darin ihre Ursache haben, dass unterhalb des Beobachtungsortes sich Schichten des Erdkörpers von abnorm geringer Dichtigkeit befinden.

Nach Abschluss der im vorstehenden beschriebenen Versuche ist im August und September vorigen Jahres der Bleiklotz ohne störenden Zwischenfall aufgebaut worden: die dabei auftretenden technischen Schwierigkeiten haben sich gut überwinden lassen. Wir haben bereits eine Reihe von Messungen der Attraction gemacht, und wenn keine unvorhergesehenen neuen Hindernisse auftreten, ist die glatte Durchführung der Untersuchung nunmehr gesichert.

Über merkwürdige Vorgänge am Sperma von Dytiscus marginalis.

Von Prof. Dr. Leopold Auerbach
in Breslau.

(Vorgelegt von Hrn. Waldeyer.)

Im Verlaufe meiner die Zeugung und im besondern die Samenelemente der Thiere betreffenden Studien — welche übrigens unter Anwendung meiner Doppeltinctionen auch für die Spermien mehrerer Insecten und Borstenwürmer Kyanophilie der Hauptmasse des Kopfs und Erythrophilie des Schwanzes ergeben haben —[1] stiess ich ausserdem bei *Dytiscus marg.* auf eine Anzahl eigenthümlicher Thatsachen, welchen eingehende Untersuchung noch erhöhtes Interesse verlieh. Es handelt sich dabei um eine Reihe von Vorgängen, die an den Spermien während ihrer Reise durch den sehr langen Samenschlauch und besonders in dem Nebenhodencanale sich abspielen und schliesslich in einer ganz eigenartigen Erscheinung gipfeln, die erst in der Nähe des distalen Endes jenes Kanals, nicht weit von seiner — übrigens mittelbaren — Einmündung in den ductus ejaculatorius auftritt.

In anatomischer Hinsicht sei Folgendes vorbemerkt. Der Hoden besteht aus den zusammengedrängten Windungen einer sehr langen Anfangsstrecke des Samenschlauchs. Dieser tritt am hintern Ende des Organs heraus und verläuft zunächst in einer Erstreckung von etwa 10–12 mm frei in der Leibeshöhle nach hinten, um sich dann von neuem in ein grosses Convolut, den Nebenhoden, zu verwickeln. Jene freie Strecke werde ich als vas efferens bezeichnen. Der rechte und linke Nebenhoden sind übrigens auffallender Weise zu einem scheinbar unpaaren Organ vereinigt, nämlich durch peritoneale Umhüllung und durch Tracheen zu einer einzigen Masse verbunden. Jeder der beiden Nebenhoden zeigt nach Ablösung der Hülle eine Art Gliederung in drei Lappen, einen lateralen, einen mittlern und

[1] Vergl. meine Abhandlung: »Über einen sexuellen Gegensatz etc.« Diese Sitzungsber. 1891 Nr. 35.

einen medialen oder innern, Abschnitte, die sich durch die Form ihrer Windungen und auch nach dem Durchmesser der zugehörigen Schlauchstrecke unterscheiden und sich unter Umständen, namentlich bei geringerm Füllungszustande im Herbst, ohne Verletzung etwas von einander abziehen lassen. Sie entsprechen drei Abtheilungen des Schlauchs, der continuirlich durch alle drei Lappen hindurchgeht und schliesslich an der ventralen Seite des Organs, nahe der vorderen inneren Ecke desselben aus dem Knäuel heraustritt, um ein überaus kurzes, kaum 2^{mm} langes vas deferens zu bilden. Dieses mündet nämlich sofort unter einem fast rechten Winkel in die hinterste, meist leere Endstrecke eines paarig vorhandenen, grossen, accessorischen Kittdrüsenschlauchs ein, der etwa $1\,^1/_2{}^{mm}$ weiter hinten mit demjenigen der anderen Seite spitzwinklig zusammenstösst und mit diesem gemeinschaftlich in den Anfang des ziemlich langen ductus ejaculatorius übergeht.

Die innere Abtheilung des Nebenhodens nun, genauer die erste Hälfte der sie bildenden Schlauchstrecke ist die Stätte der Haupterscheinungen, um die es sich hier handeln wird. Deren Vorstadien jedoch zeigen sich schon theils im mittlern Drittel des Nebenhodens, theils in noch höheren Theilen des Samenschlauchs, und ich werde zum Verständniss der Sache sogar bis auf die Vorgänge im Hoden zurückgreifen müssen. Ohne auf die Entstehung der Spermien aus ihren Bildungszellen näher einzugehen, möchte ich von dem im Hoden Geschehenden nur die Thatsache der Bündelbildung hervorheben und auch darüber nur in Kürze das Folgende bemerken.

In einer langen Strecke des Hodenschlauchs, die mehr als sein mittleres Drittel umfasst, entstehen die Spermien in wandständigen Samenfollikeln, welche die Gestalt breiter niedriger Säulen haben und in einer dünnen, plattzelligen, endothelioiden Hülle zahlreiche Samenbildungszellen enthalten. Aus jeder der letzteren geht ein Samenfaden hervor, gegliedert in einen ungefähr nadelförmigen, ziemlich steifen Kopf und einen vorläufig noch kurzen, sehr biegsamen Schwanz. Der Kopf besteht aus einem kyanophilen Achsentheile und einer diesen einhüllenden, anfangs relativ dicken erythrophilen Substanzlage, die am hintern Ende des Kopfs mit dem aus ähnlicher Substanz bestehenden Schwanze zusammenhängt. Letzterer wächst aber allmählich, und zwar theilweise auf Kosten der erwähnten Kopfscheide und unter Verdünnung derselben zu einer mächtigen Länge heran, welche schliesslich diejenige des Kopfs um das Siebzigfache übertrifft. Inzwischen treten sämmtliche aus einem Follikel stammende Spermien derart zu einem Bündel zusammen, dass einerseits die Köpfe, parallel neben einander und gleich gerichtet, dicht zusammengefügt, anderer-

seits auch die Schwanzfäden einem Garnstrahne ähnlich zusammengefasst werden und lange Zeit hindurch so zusammenhalten. Durch den Secretionsdruck oder Nachschub werden nun die Bündel als solche distalwärts eine weite Strecke entlang getrieben. Dann kommt ein Zeitpunkt, in welchem das Bündel sich zu lockern beginnt, unter Längsverschiebungen seiner Köpfe, die zuweilen regelmässig schichtenweise vor sich gehen. Schliesslich zerfällt das Bündel gänzlich wieder in seine Einzelspermien: und zwar vollendet sich dieser Zerfall meistens im untern Theile des Hodenschlauchs, an einigen Bündeln jedoch erst im vas efferens. Die aus den vielen im Hodenschlauche gleichzeitig herabrückenden Bündeln entlassenen Einzelspermien gerathen aufs mannigfachste durch einander und verwirren sich, vielleicht unter Mitwirkung von Eigenbewegungen, durch vielfache Verschlingungen zu einem Filze. Diese wirre Masse tritt als solche in den Nebenhoden ein, in dessen Anfangstheile sich nie mehr ein Bündel oder auch nur eine kleinere Gruppe noch an einander haftender Köpfe findet.

Betrachten wir nun die Einzelspermien, und zwar zunächst die kürzlich aus den Bündeln ausgetretenen, an einzelnen wohl isolirten Exemplaren mit stärksten Vergrösserungen, so erhalten wir über ihre Formverhältnisse genauere Aufschlüsse.

Der oben als ungefähr nadelförmig bezeichnete Kopf ist in Wirklichkeit abgeplattet und hat sehr genau die Form einer spitzen Messerklinge, deren lange Ränder, grösstentheils einander parallel, nur in der Nähe des vordern Endes in beiderseits convexem Bogen der Spitze zustreben. Ihre Länge beträgt 12–13 μ, ihre Breite, abgesehen von dem Spitzentheile, 1.2 μ. Der Vergleich mit einer Messerklinge passt auch deshalb sehr gut, weil der Querschnitt ein keilförmiger, der eine Rand nämlich dick, der andere sehr scharf ist, jener dem Rücken, dieser der Schneide des Messers entsprechend. Der Basalrand der Klinge verläuft genau quer und ist geradlinig oder nur ein wenig nach hinten ausgebaucht. An diesen Basalrand schliesst sich, nach Doppeltinction durch die Färbung scharf abgegrenzt, der Schwanz, an der Grenzlinie fast genau so breit wie die Basallinie des Kopfs. Der Schwanz hat im ganzen eine Länge von über 800 μ, besteht aber aus zwei zwar nicht von einander abgesetzten aber wohl unterscheidbaren Theilstrecken. Die ersten 90–100 μ nämlich stellen ein plattes Band dar, das nach hinten hin sehr allmählich schmaler wird und dann ohne schärfere Abgrenzung in den übrigen, siebenmal so langen drehrunden Theil des Schwanzes übergeht, der seinerseits mit einem etwas steifern, schlanken Spitzentheile endigt. Jener bandförmige Anfangsabschnitt hat, wie der Kopf, einen dicken, etwas wulstigen,

und diesem gegenüber einen scharfen Rand, welche beide in der Verlängerung der entsprechenden Ränder des Kopfs verlaufen, so jedoch, dass der scharfe Rand gegen den wulstigen langsam convergirt, bis sie an der Übergangsstelle in den drehrunden Faden zusammentreffen. Man kann vielleicht die platte Anfangsstrecke des Schwanzes mit dem Mittelstücke der Vertebraten-Spermien vergleichen. Da sie jedoch nicht in scharfer Weise gegen ihre fadenförmige Verlängerung abgesetzt, ferner nicht steif sondern sehr biegsam und überdiess erheblicher spontaner Bewegungen fähig ist, so werde ich jene Benennung vermeiden und den bandförmigen Anfangstheil als »Schwanzwurzel«, Kopf und Schwanzwurzel zusammen als »Vordertheil« des Spermiums bezeichnen.[1]

Aus dem Geschilderten ergibt sich zunächst, dass unser Spermium ein bilaterales Gebilde ist. Wenn wir naturgemäss in der Kopfspitze sein vorderes Ende sehen und der Verständigung halber den dicken Rand des Vordertheils, der ja auch am Kopfe dem Rücken der »Messerklinge« entspricht, als Dorsalrand, den scharfen als Ventralrand betrachten wollen,[2] so hat diese ganze Strecke und hat im besondern namentlich der Kopf auch eine rechte und eine linke Seitenfläche, eine Auffassungs- und Bezeichnungsweise, die wir nothwendig brauchen werden.

Der Kopf im besondern ist jedoch zwar ein bilaterales aber nicht ein bilateral-symmetrisches Gebilde. Vielmehr erweist er sich in drei Punkten als unsymmetrisch gestaltet. Erstens nämlich ist, wie Querschnitte zeigen, die rechte Seite der Klinge gleichsam hohlgeschliffen, wie ein Rasirmesser, also querconcav, während die linke Seite im Gegentheil quergewölbt ist. Die Querconcavität der rechten Fläche ist namentlich an der vorderen Hälfte des Kopfes deutlich ausgesprochen, während sie von dessen Mitte nach hinten hin flacher wird und in der Nähe der Basis sich ganz verliert, hier übrigens etwas später durch ein besonderes, bald zu erwähnendes Gebilde ausgefüllt wird. Querschnitte des Kopfes, namentlich seiner vorderen Hälfte, zeigen demgemäss, wenn von der Spitzenseite her betrachtet, die Form eines Komma, hingegen von der Basalseite her angesehen das Spiegelbild eines Komma, das man als Antikomma bezeichnen kann. In Querschnittspräparaten finden

[1] Den von Ballowitz (Z. f. w. Z., Bd. 50) bei anderen Coleopteren beobachteten, durch Maceration zu erzielenden Zerfall des Schwanzes in drei Fäden habe ich auch an dem Schwanzwurzeltheile des *Dytiscus*-Spermiums wiedergefunden und ebenso auch an diesem die von dem nämlichen Forscher beschriebene krausenartige Faltung gelegentlich auftreten sehen, worauf ich an einem andern Orte näher eingehen werde.

[2] Selbstverständlich soll damit nicht eine Homologie mit den gleichnamigen Seiten des Thierkörpers angedeutet werden.

sich natürlich je nach der Orientirung des Objects beide Formen. Im ganzen hat also der Kopf die Gestalt eines vorn zugespitzten Hohlmeissels und behält diese für die Dauer, was vermuthen lässt, dass diese Gestalt für das Eindringen des Spermium in ein Ei vortheilhaft sein mag. — Zweitens hat der Kopf auch eine Längskrümmung nach einer seiner Seitenflächen hin. Sie zeigt sich als flache Curvatur schon im frischen Zustande, wird aber durch Erhärtungsmittel bedeutend gesteigert. Genauere Untersuchung lehrt, dass die Concavität dieser Längscurvatur sich bei manchen Exemplaren an der linken, bei anderen an der rechten Seite des Kopfes befindet. Wahrscheinlich ist sie ein noch nicht ausgeglichener Rest derjenigen Krümmung, die der Kopf bei seiner Entstehung in der Bildungszelle, um in dieser Platz zu finden, hat annehmen müssen. Bei der Mehrzahl der Exemplare verliert sie sich in einem spätern Stadium ganz. Ich kann demnach zwar diese anfängliche Längsbiegung nicht als wichtig betrachten, werde aber noch mitzutheilen haben, dass sich am Schlusse der weiteren Vorgänge ein ähnliches Formverhältniss allgemein wieder einfindet und zwar dann mit bestimmter Richtung und dauerndem Bestande, so dass es auch in der weiblichen Samentasche an allen Exemplaren wiederzufinden ist. — Der dritte Punkt der Asymmetrie aber ist der wichtigste, insofern er ein besonderes, sich bald herausgestaltendes Anhangsgebilde des Kopfes betrifft, das aber einen integrirenden Bestandtheil desselben ausmacht. Dieses ist an den mechanisch aus schon gelockerten Bündeln isolirten, so wie auch an eben spontan aus solchen ausgetretenen Spermien noch nicht zu sehen oder doch nur in ganz schwachen Anfängen erkennbar, wächst aber bald darauf mächtig heran. Es erhebt sich nämlich an der hinteren Hälfte der rechtsseitigen, querconcaven Fläche des Kopfes eine Längsrippe als hervorragende Leiste, neben der Mittellinie, nämlich etwas näher dem dorsalen als dem ventralen Rande und von ersterm nach hinten hin etwas divergirend. In der Mittelgegend des Kopfes spitz beginnend, wird sie bis zur Basallinie hin breiter und höher und wächst dann über diese hinaus nach hinten hin als ein freier, der rechten Seite der Schwanzwurzel lose anliegender, einem steifen schlank zugespitzten Haare ähnlicher Fortsatz, mit der Zeit auch stärker werdend, so lange an, bis der freie Theil gegen 6" Länge erreicht hat, also etwa der Hälfte der Kopflänge gleichkommt. Anfangs nahezu geradlinig, krümmt sich später der freie Theil hakenförmig, mit der Spitze gegen den ventralen scharfen Rand der Schwanzwurzel hinstrebend und schliesslich über diesen mit dem

Spitzentheil sogar mehr oder weniger hinausragend. Auch entfernt sich der freie Fortsatz allmählich divergirend von seiner Unterlage, so dass man ihn dann bei Kantenstellung des Objects spitzwinklig von der Schwanzwurzel abstehend findet. Das ganze Gebilde ist an der Basallinie des Kopfes am dicksten, nach beiden Enden hin sich verjüngend und besonders scharf nach dem freien Ende hin zugespitzt. Bis zu letzterm hin, also durchweg erweist sich seine Substanz in jeder Beziehung, auch durch die Blaufärbung, als gleich derjenigen der Hauptmasse des Kopfes, aus dem es ja hervorgesprosst ist, und mit dem es auch dann in ungestörtem Zusammenhange bleibt, wenn der Kopf vom Schwanze abgesprungen oder abgerissen ist. Ich werde dieses Organ des Kopfes, da ich einen der blossen Form zu entnehmenden und sonst sich empfehlenden Namen nicht finden konnte, als »Anker«, seine am Kopfmassiv angewachsene Hälfte als »Ankerwurzel« bezeichnen, eine Benennungsweise, die sich nachträglich einigermaassen rechtfertigen wird. Das Herauswachsen dieses Gebildes aus dem Material des Kopfmassives hat natürlich eine gewisse Verkleinerung des letztern zur Folge, und zwar, da jene vorzugsweise auf Kosten des basalen Theiles geschieht, einerseits eine Verkürzung von früher 12" auf 10", andererseits eine Verdünnung des Dorsalrandes am Basaltheile, so dass jetzt die dickste Stelle der Ankerwurzel wie von zwei dünnhäutigen Flügeln eingefasst ist, während in dem übrigen grösseren Theile seiner Länge der Kopf den dicken Dorsalrand und keilförmigen Querschnitt beibehält. An der Mehrzahl der Exemplare vollzieht sich die Herausbildung des Ankers bis zu seiner vollen Stärke und hakenförmigen Krümmung während des Herabrückens durch den Hodenschlauch und das vas efferens, bei anderen findet sie erst in der lateralen Abtheilung des Nebenhodenschlauches ihre Vollendung.[1] Und gleichzeitig hat sich der vorher längsgekrümmte Kopf mehr gestreckt, an vielen Exemplaren sogar ganz gerade gerichtet.

---

[1] Ich habe in den von Ballowitz über das Coleopteren-Sperma bekanntgegebenen, so tief in manche Feinheiten des Baues der Samenelemente eindringenden Beobachtungen, die sich aber nicht auf die Gattung *Dytiscus* erstreckt haben, nach einer meinem Anker homologen Bildung gesucht. Zuerst glaubte ich eine solche in seiner bei *Hydrophilus* und *Cetonia* beschriebenen »Wimpelfaser« zu finden, die jedoch nach seinen genauen Angaben nur ein Theilfaden des Schwanzes ist. Eher könnte der von ihm am Kopf von *Copris lunaris*, und zwar nur bei dieser Species beobachtete »Nebenstreif« in Betracht kommen, obwohl nur bei Kantenstellung meines Objects einige Ähnlichkeit und auch dann nur mit dem macerirten *Copris*-Spermium hervortritt, auch sonst noch Verschiedenheiten von Belang bemerklich sind. Es werden erst weitere Untersuchungen ein sicheres Urtheil hinsichtlich der Vergleichung begründen können.

Die rechte Seitenfläche des Kopfes ist also jetzt in ihrer vorderen Hälfte, wie früher, durch eine flache Querconcavität, in ihrer hinteren Hälfte durch eine vorspringende Längsleiste, die Ankerwurzel, gekennzeichnet und trägt als Fortsetzung der letzteren den hakenförmigen Anker, während die linke Seite durchweg querconvex vorspringt. Die ganze Gestalt ist also eine bilateral-unsymmetrische, wie diejenige so mancher Protozoen, namentlich unter den Ciliaten.

Der Schilderung der äusseren Form des Kopfes muss ich jetzt noch einiges betreffs seiner inneren Zusammensetzung hinzufügen. Seine Hauptmasse besteht aus kyanophiler Substanz und es gilt diess auch vom Anker. Indessen birgt der Kopf, so gering seine Dicke auch ist, doch in seinem Innern eine Anzahl Körperchen von anders gearteter Substanz, nämlich äusserst dünne Blättchen von elliptischem bis kreisförmigem Umriss, die ganz farblos oder unter Umständen schön roth gefärbt aus der blauen Masse herausschimmern. Im Anfange sind zwei grössere Blättchen dieser Art, längs gestellt und in einer gewissen Distanz hinter einander liegend, vorhanden. Mit der Zeit jedoch zerfallen sie in vier bis fünf kleinere, kreisrunde Blättchen, die neben und parallel der Längsmittellinie des Kopfes, etwas näher seinem ventralen, scharfen Rande in einer Längsreihe angeordnet bleiben und sich in dieser Weise für die Dauer bis in das weibliche receptaculum seminis hinein erhalten. An der Oberfläche des Kopfes andererseits ist es mir zwar am Einzelspermium niemals, auch mit den besten optischen Hilfsmitteln nicht gelungen, eine rothe Umsäumung zu erkennen; dennoch kann ich, wie später begründet werden soll, nicht daran zweifeln, dass, wenn nicht ein allseitiger, nur durch seine Dünne der Wahrnehmung entzogener Überzug aus protoplasmatischer, erythrophiler Substanz, so doch mindestens auf der rechten, querconcaven Seitenfläche ein Belag dieser Art vorhanden ist, der denn auch unter gewissen, später anzugebenden günstigen Umständen direct sichtbar wird. Es ist diess, wie sich bald zeigen wird, ein wichtiger Punkt.[1]

So ausgerüstet passiren nun die Spermien, unregelmässig durch einander gewirrt, den ersten Abschnitt des Nebenhodenschlauchs. Während dessen findet sich an jedem derselben vor der Spitze des Kopfs und an dieser haftend ein kleines Häufchen flockiger, sehr blasser Substanz ein, die sich gegen alle Farbstoffe sehr indifferent

[1] Das »procephale Segment« von Gilson, gleichbedeutend mit dem »Spitzenstück« von Ballowitz habe ich zwar bei *Lumbricus* und unter den Käfern bei *Hydrophilus* ebenfalls beobachtet, und zwar als einen nach meinen Doppeltinctionen durch rothe Färbung von dem blauen Hauptstück abstechenden Theil, hingegen bei *Dytiscus* nichts Ähnliches gesehen.

verhält, allenfalls in Haematoxylin zuweilen einen schwach grauen Ton annimmt. Sie macht den Eindruck eines Secrets des Kopfs. Mit der Zeit ballt sie sich zu einer glattrandigen, hyalinen, eben so wenig färbbaren Kugel zusammen, die mittels eines feinen Fädchens an der Kopfspitze hängt und sich so durch mehrere der noch folgenden Stadien hindurch erhält, dann aber verloren geht. Was diese Erscheinung zu bedeuten habe, muss ich vorläufig auf sich beruhen lassen.[1]

In der mittleren Abtheilung des Nebenhodens aber ereignet sich wieder etwas Neues und zweifellos Bedeutsames. Hier zeigen innerhalb einer langen Strecke des Schlauchs sämmtliche Spermien ausnahmslos an der früher und bis dahin freien Spitze des Ankerhakens ein Kügelchen von reichlich 1 μ Durchmesser, das aus erythrophiler Substanz besteht, so dass nach der Doppeltinction die Spitze des blauen Ankerhakens in einer rothen Kugel steckt. Obwohl in dem sparsamen Menstruum des Sperma auch Eiweisskugeln verschiedener Grösse vorkommen, die ebenfalls rothe Färbung annehmen, so kann doch aus vielen Gründen nicht von einer Identität mit jenen und einem etwaigen Aufspiessen der letzteren durch die Anker die Rede sein. Vielmehr besteht das Ankerkügelchen unzweifelhaft aus protoplasmatischer Substanz, und diese kann nur vom Kopfmassiv herstammen. Sehr belehrend sind in dieser Beziehung gewisse Vorstufen. Es haben nämlich zwar bei weitem die meisten Ankerkugeln annähernd die gleiche Grösse; indessen zeigen sich doch einzelne und namentlich im Anfangstheile der betreffenden Schlauchstrecke nicht ganz seltene Exemplare, an denen die Endkugel des Ankers kleiner ist als sonst, und dann findet sich immer ein wenig höher an dem Ankerhaken noch ein zweites, wohl auch eine Reihe von drei bis vier solcher rother Knötchen, theils ihm ansitzend, theils ihn umgebend. Ich schliesse daraus, dass um diese Zeit das die rechte Seitenfläche der kyanophilen Kopfplatte nachweislich überziehende Protoplasma grossentheils längs des Ankers nach dessen Spitze hinströmt, um hier die Endkugel zu formiren.

Dieser Vorgang kann nicht bedeutungslos sein. Ich muss annehmen, dass er zu der bald auftretenden Haupterscheinung in vermittelnder Beziehung steht. Leider folgt jetzt eine Lücke in meiner Beobachtungsreihe. Es müssen in einem Zwischenstadium Vorgänge sich abspielen, über deren Art und Verlauf ich vorläufig nur Vermuthungen haben kann, weil es mir noch nicht gelungen ist ihrer

[1] Der »Spitzenknopf« von Ballowitz ist wahrscheinlich mit dem eben beschriebenen Kügelchen identisch, das jedoch bei *Dytiscus* erst spät auftritt und dann nur eine vorübergehende Existenz hat.

habhaft zu werden. Ich hoffe sie künftig noch zu finden und werde hier einstweilen jene Lücke durch eine Hypothese auszufüllen versuchen, nachdem ich erst die dann folgende Phase geschildert haben werde.

Wenn man nämlich der dritten, innersten Abtheilung der Epidydimis, genauer der ersten Hälfte der zugehörigen Schlauchstrecke, etwas Sperma entnimmt, so stösst man auf sehr überraschende Erscheinungen. Die sich hier als Samenelemente präsentirenden Gebilde haben ein von dem oben beschriebenen weit verschiedenes Aussehen. Wer das Sperma unseres Insects, wie es mir selbst gieng, zuerst gerade von dieser Stelle zu Gesicht bekommt, wird zunächst der Meinung sein, dass der Species *Dytiscus m.* eine eigenthümlich zweischwänzige Form der Spermien eigen sei, und wird sich überdiess wundern über deren ausserordentlich hohe Agilität und eigenthümlich complicirten Eigenbewegungen. Die Form stellt sich in folgender Weise dar. Der eventuell blau tingirte Kopf hat die Gestalt eines schlanken gleichschenkeligen Dreiecks mit quer abgestutzter Spitze. An die Basis dieses Dreiecks schliesst sich in der Verlängerung des Kopfs ein an der Ansatzstelle eben so breites, aber nach hinten langsam sich verjüngendes Band, das im ganzen roth gefärbt ist, im besondern aber zwei dunklere, es einfassende Seitenborten und ein helles Mittelfeld, und in letzterm wieder einen medianen, etwas dunkler schattirten Längsstreifen bemerken lässt. In einer Entfernung von 50–70 μ vom Kopfe gabelt sich dieses Band in zwei divergirende Schenkel, und diese gehen nach kurzem, leicht geschwungenem Verlaufe in zwei sehr lange, sich ganz gleichende, cylindrische Fäden über, deren jeder in eine Schraubenspirale aufgewunden ist. Die beiden Spiralen sind jede erheblich breiter als der Kopf an seiner Basis; ihre Windungen sind sich ziemlich genähert und weichen von der queren Richtung um 15–20° ab. Ob die beiden Spiralen in gleicher Richtung oder entgegengesetzt gewunden sind, in welch letzterm Falle sie symmetrisch wären, habe ich wegen ihrer Unruhe im lebendigen Zustande und wegen gewisser mit der Erhärtung sich einstellender Übelstände bis jetzt nicht ausmachen können. Wenn man nämlich diese Wesen frisch in physiologische Kochsalzlösung und noch besser in eine solche mit Zusatz von 1 Promille kaustischen Kalis bringt, so sieht man sie in lebhafter Eigenbewegung, während eine solche in allen vorhergehenden Stadien bei der nämlichen Behandlung vermisst wird, obwohl freilich zur Erklärung der Verwirrung der Fäden die Annahme kaum zu umgehen ist, dass im lebendigen Samenschlauche auch schon früher Locomotionen, wenn auch vielleicht träger Art, stattgefunden und zur Durchwirrung beigetragen haben müssen. In dem jetzigen Stadium aber sind die Eigenbewegungen sehr auffallende. Es sind an den-

selben alle Abschnitte des Schwanzes, sowohl das einfache Anfangsstück wie die beiden Spiralen activ, jedoch in verschiedener Art, betheiligt. Besonders lebhaft, ja öfters geradezu heftig, sind die Bewegungen der Spiralen: und zwar ist an diesen zweierlei zu unterscheiden. Erstens nämlich biegt und krümmt sich die Spirale als Ganzes wurmartig, zuweilen mit mässiger Geschwindigkeit, zuweilen hingegen wie zuckend, wobei die Windungen an der Concavität der Krümmung einander genähert, an der Convexität von einander entfernt werden, während andererseits ein actives Ausstrecken und Zusammenziehen der Spirale in der Richtung ihrer Achse von mir niemals beobachtet wurde. Ausserdem aber ist, sowohl gleichzeitig mit der eben geschilderten Action, als auch wenn diese etwa ruht, immer ein eigenthümliches Wogen um die Spirale herum zu bemerken. Bei starker Vergrösserung löst sich diese Erscheinung dahin auf, dass der in die grosse Schraubenlinie gebannte Faden in fortwährender feiner Schlängelung begriffen ist, indem regelmässig sich folgende kleine Biegungen wie Wellen in ununterbrochenem Spiele den Faden entlang laufen. Eine andere Art von Bewegung wieder zeigt das gemeinschaftliche Anfangsstück des Doppelschwanzes, nämlich Nutationen, abwechselnd nach der einen und dann nach der entgegengesetzten Seite gerichtete sanfte Krümmungen, durch welche der Kopf gravitätisch hin- und hergeschwenkt wird. Diese letztere Erscheinung ist weniger leicht während der lebhaften Action der Spiralen zu erkennen, als wenn diese irgendwie mechanisch gehemmt sind, was in den Präparaten vielfach der Fall ist, ganz besonders aber in typischer Weise durch gewisse bald noch zu beschreibende Agglomerationen der in Rede stehenden Gebilde bedingt wird. Seltener sieht man an diesem Anfangstheil des Schwanzes eine schlängelnde Bewegung in flachen Biegungen und in gemächlichem Tempo.

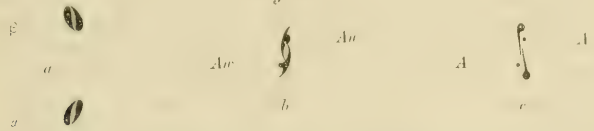
Nach einiger aufmerksamer Beobachtung dieser Wesen kam ich auf eine Vermuthung, die sich bald durch Vergleichung mit den aus weiter abliegenden Theilen des Samenschlauchs entnommenen Proben bestätigte, von denen ja die proximalwärts vorfindlichen Formen vorhin schon beschrieben worden sind. Es ergab sich, dass die jetzt geschilderten doppelschwänzigen Formen eben nicht einfache Elemente des Samens sind, sondern, so zu sagen, Doppelspermien, entstanden durch Copulation und zwar sehr innige Copulation je zweier der vom Hoden hergewanderten Einzelspermien. Und zwar ist die Art und Form der Vereinigung zu einem fest zusammenhängenden Paare eine ganz gesetzmässige. Einige wesentliche Züge dieser typischen Anordnung sind bei stärkeren Vergrösserungen ziemlich leicht zu erkennen, andere viel schwie-

riger. Ich gelangte jedoch schliesslich zu einer vollständig sicheren und in sich übereinstimmenden Anschauung der Sache. Jetzt wird sich das Resultat, unter Vorbehalt demnächstiger ausführlicher Erläuterungen und Begründungen, in wenigen Sätzen zusammenfassen lassen, zu deren leichterm Verständniss die nebenstehenden Figuren beitragen mögen.

Fig. 1.

Schema des Kopftheils des Doppelspermiums von *Dytiscus m.*, Flächenansicht.
(Der Deutlichkeit wegen ist die Divergenz der Kopfachsen etwas grösser dargestellt, als sie in Wirklichkeit ist. Die Ankergebilde sind fortgelassen.)

Fig. 2.



Querschnitte des Doppel-Spermiums

a durch das vordere Drittel des Doppelkopfs, *b* nahe der Basis des Doppelkopfs, *c* durch das Schwanzwurzelpaar und die Anker (*a* 1000 Vgr., *b* und *c* schematisch); *a* vordere Ansicht, *b* hintere Ansicht, *Aw* = Ankerwurzel, *A* = Anker.

Die beiden platten Einzelköpfe, deren jeder ja die Form einer Messerklinge hat, liegen flach auf einander, mit den Spitzen nahezu gleich, mit ihren Rändern jedoch entgegengesetzt gerichtet, also im wesentlichen genau so wie die schneidenden Theile einer geschlossenen Scheere. Sie decken sich grösstentheils; jedoch bleibt, wie bei der Scheere, jederseits am Rückenrande jeder Klinge ein schmaler Streifen ungedeckt, der selbst die Form eines sehr schlanken, spitzwinkeligen Dreiecks hat und an der Basis so breit ist, dass eben die Ankerwurzel noch frei bleibt. Die Achsen der beiden Köpfe sind nämlich nicht genau parallel, sondern divergiren nach hinten um etwa 3° und kreuzen sich vorn im Bereiche des Doppelkopfs aber ganz nahe den beiden Spitzen, so dass diese neben einander zu liegen kommen, die links sichtbare dem rechten, die rechts sichtbare dem linken Kopfe angehörend. In diese beiden Spitzen löst sich bei stärkster Vergrösserung die quere Abstutzung des Doppelkopfs auf. Im Übrigen sind es, wie namentlich auf der Kante stehende Exemplare lehren, immer die beiden rechtsseitigen Flächen der Köpfe, die sich berühren, und demgemäss liegt auch bei der Flächenansicht der von rechts herangeschobene Kopf über dem andern. In diesen Punkten sind Unterschiede von der Construction aller unserer gebräuchlichen, wie ich sagen möchte, »linksgleitenden« Scheeren enthalten. Es ist aber auch eine Scheere von entgegengesetzter Ein-

richtung möglich — und ich habe mir solche anfertigen lassen — und mit einer derartigen »rechtsgleitenden Scheere« stimmt unser Object noch vollständiger überein. Da nach Früherm die rechte Seitenfläche des Einzelkopfs querconcav, gleichsam hohlgeschliffen ist, so entsteht die Frage, wie diese Flächen in breiten Contact kommen können, oder was sich zwischen ihnen befinden mag. In dieser Beziehung bringen Kantenstellungen der Doppelköpfe und Querschnitte derselben volle Aufklärung. Die kyanophilen klingenförmigen Platten haben auch während des Paarungszustandes die rechtsseitige Querconcavität: aber der so bedingte biconvexe Zwischenraum ist durch eine erythrophile Substanz ausgefüllt. Eben hierin liegt der Beweis für einen mindestens auf der rechten Seite vorhandenen protoplasmatischen Belag des Kopfs, der am Einzelspermium wegen seiner Zartheit unsichtbar ist, jetzt aber durch Zusammenstossen zweier Lagen eine Masse bildet, die dick genug und unter den obwaltenden Umständen auch tief genug ist, um nach Färbung mikroskopisch sichtbar zu werden. Ausserdem ist es wohl möglich und zu vermuthen, dass zum Zwecke der Paarung etwas Protoplasma von der übrigen Oberfläche des Kopfs nach der rechten Seite hinströmen und durch Ausfüllung der Concavität eine ebene, zum vollständigen Contact geeignete Fläche herstellen mag. Eine Grenzlinie zwischen den sich berührenden Belagschichten ist nicht zu sehen, eben so wenig wie bei der Flächenansicht die scharfen Ränder der beiden Klingen, da wo sie zu suchen sind; so innig ist die Anschmiegung der beiden Körper. — Die Mehrzahl dieser Doppelköpfe ist geradachsig; doch finden sich auch nicht wenige, die bei der Kantenstellung eine sanfte Krümmung nach der Fläche zeigen und damit dem Vordertheile einer Cooper'schen Scheere gleichen.

Die Ähnlichkeit mit einer Scheere erstreckt sich jedoch nicht auf die an den Doppelkopf nach hinten sich anschliessenden Theile, indem die Kreuzung der Branchen fehlt. Vielmehr ziehen die beiden Schwanzwurzeln parallel neben einander hin, symmetrisch zu einander also gewissermaassen antimerisch gelagert und mit ihren scharfen Rändern vereinigt. Die geringe Divergenz der Achsen der Köpfe setzt sich nicht auf diejenigen der Schwanzwurzeln fort; sie ist bei der Biegsamkeit und Contractilität der letzteren leicht durch eine kaum merkliche Knickung der Achsen an der Übergangsstelle überwunden worden. Immerhin aber ist damit, so wie auch durch die allmählich abnehmende Breite der Schwanzwurzeln bedingt, dass diese nur in einem sehr schmalen ventralen Streifen zur Deckung kommen, der sich mit etwas dunklerer Schattirung in der Mittellinie des Ganzen bemerklich macht. Auf der Höhe des Paarungszustandes erstreckt sich die Vereinigung der Schwanzwurzeln auf ungefähr die ersten zwei

Drittel ihrer Länge. Ihre freien Endstrecken bilden die erwähnten divergirenden Schenkel, an die sich jederseits der fadenförmige Theil des Schwanzes, als Schraubenspirale gewunden, anschliesst.

Um diese Zeit ist übrigens die Verlöthung der Vordertheile der beiden Individuen so fest, dass sie mechanisch nicht trennbar sind. Bei Misshandlungen des Objects, z. B. mittels des Deckgläschens, springt wohl oft der Doppelkopf mit seinen beiden Ankerfortsätzen vom Doppelschwanz ab, ohne dass jedoch die seitlich verbundenen Theile auseinandergerissen würden. Die beiden Anker haben natürlich, da sie sich ja ausserhalb des Deckungsbereichs befinden, an den entgegengesetzten Flächen des platten Doppelgebildes ihren Platz. Ihre freien Theile sind aber jetzt nicht mehr hakenförmig gekrümmt, sondern pfriemenförmig in der Längsrichtung gestreckt, zuweilen in einem Übergangsstadium leicht s-förmig gebogen. Von den rothen Ankerkugeln ist jetzt nichts mehr zu sehen. Ich halte es für wahrscheinlich, dass deren protoplasmatische Substanz längs des Ankers nach der rechten Seite des Kopfs zurückgeströmt ist. — Noch muss ich erwähnen, dass auch die beiden vor den Kopfspitzen hängenden Secretkugeln zuweilen zu einer einzigen verschmolzen sind.

Wenn ich eben von der Höhe des Paarungszustandes sprach, so war darin schon eine Andeutung von der Geschichte desselben enthalten. Auf diese werde ich bald etwas näher eingehen, muss jedoch zuvor noch einer anderen an die Paarung sich unmittelbar anschliessenden, sehr sonderbaren Agglomerationserscheinung Erwähnung thun.

Die beschriebenen Doppelspermien sind zwar stellenweise unregelmässig und lose durch einander gelagert; grossentheils jedoch ist es anders. Die betreffende Strecke des Nebenhodenschlauchs ist sehr gewöhnlich durch ungleichmässige Füllung rosenkranzförmig gestaltet. Wenn man nun aus einer der Anschwellungen den Inhalt ausdrückt oder nach Aufschlitzung herausliebt, so erhält man ein festes Klümpchen Samen von etwa $^1/_2{}^{mm}$ Durchmesser. Aber auch bei praller Füllung und cylindrischer Schlauchform lassen sich öfters mit der Nadel ähnliche kleine Ballen herausheben. Unter dem Mikroskope nun zeigt sich, dass diese fast kugligen Klümpchen ausschliesslich aus copulirten Spermien-Paaren bestehen, die darin zu vielen Hunderten in bestimmter Weise angeordnet sind. Die Hauptmasse der Kugel nämlich wird durch die dicht verfilzten Schwanzfäden gebildet, während an der Oberfläche sämmtliche Vordertheile der Doppelspermien radial ins Freie hinausragen, wie ein Haar- oder Stachelbesatz. An letzteren zeigen sich vielfach die oben beschriebenen Nutations-

bewegungen: aber auch aus dem Innern des Knäuels schimmert ein lebhaftes Wogen heraus. Unter gelinder Compression kann man in vielen Fällen im Innern deutlichst die schraubenspiraligen Windungen der Schwanzfäden erkennen, die unter diesen Umständen zwar an ausgiebigen Gesammtbewegungen, nicht aber an dem wellenähnlichen Spiel der feinen Schlängelung behindert sind. Es ist klar, dass dieser Art von Agglomeration die Copulation vorausgegangen sein muss, und dass erst die Doppelspermien zu diesen, so zu sagen, rattenkönigartigen Haufen zeitweilig zusammentreten. Denn diese stellen nur eine Episode von typischem Charakter dar, die noch vor Ablauf der Paarungs-Periode durch Lockerung der Knäuel und Zerstreuung ihrer Elemente ein Ende findet.

Auch die Paarung selbst ist nur eine vorübergehende, schon im Nebenhoden endigende Phase im Leben der Spermien. In der allerletzten Endstrecke des Nebenhodenschlauchs und ebenso im receptaculum des Weibchens finden sich wieder nur Einzelspermien in unregelmässiger Durchwirrung. Jene ist also eine transitorische Conjugation je zweier Spermien, ähnlich wie eine solche bei so vielen Protozoen vorkommt. Demnach hat nun ihre Geschichte einen aufsteigenden und einen absteigenden Theil.

Betreffs des erstern ist zunächst so viel klar, dass die beschriebene Form der Paarung nur in der Art zu Stande kommen kann, dass zwei mit ihren Spitzen gleich gerichtete Köpfe sich mit ihren scharfen ventralen Rändern begegnen und dann mit ihren rechtsseitigen Flächen so weit dicht über einander hingleiten, bis sie an den Ankerleisten ein Hinderniss finden, um in dieser Stellung, wenn nicht zu verschmelzen, so doch fest an einander zu haften, und dass es ähnlich mit den Schwanzwurzeln in dem grössern Theile ihrer Länge geschieht, nur dass hier die Überschiebung und Deckung nur einen sehr schmalen Streifen am ventralen Rande betrifft. Bei diesem Vorgange scheinen aber die Ankerhaken eine Rolle zu spielen. Dafür sprechen gewisse nicht ganz seltene Fälle, die als nächste Vorstufen der fertigen Conjugation anzusehen und dadurch gekennzeichnet sind, dass einerseits die Divergenz der Köpfe noch grösser ist als vorhin angegeben wurde, andererseits die Anker noch in gewissem Grade, nämlich in einem flachen Bogen, gekrümmt sind und mit ihren Spitzen dicht auf einander stossen, so dass sie zusammen einen umgekehrten Spitzbogen bilden. Manchmal scheinen sie sogar mit ihren Endtheilen in einander eingehakt zu sein, eine Art gegenseitiger Verankerung. Aber noch fehlt uns ein mehr activer Factor zur Herbeiführung der Annäherung. Die Nutationen der Schwanzwurzeln könnten wohl dazu beitragen, wenn sie auch an den Einzelspermien vorkämen, was ich

aber bisher nicht wahrzunehmen vermochte. Aber wir kennen ja schon eine andere Thatsache, die möglicherweise hier zu verwerthen wäre, ich meine die in dem vorhergegangenen Stadium aufgetretene Ankerkugel. Ihr Sitz an der Spitze des Ankerhakens, also in der Nähe des dem andern Individuum zuzuwendenden Randes und sogar gleichsam an einem Vorsprunge desselben, so wie ihr Verschwinden mit hergestellter Conjugation scheinen mir Fingerzeige zu liefern, die mich zu der folgenden, wenn auch vielleicht gewagten Hypothese ermuthigen. Ich denke mir, dass vielleicht von jener Protoplasma-Anhäufung an der Spitze des Ankerhakens Pseudopodien ausgehen, die, sobald sie ähnlichen eines zweiten Individuums begegnen, mit diesen sich verbinden, dann durch Contraction zunächst die Ankerspitzen an einander ziehen und darauf eine hebelartige Bewegung der Köpfe gegen einander veranlassen. Sobald diese erst in Berührung sind, wird das an ihren Contactflächen vorhandene Protoplasma, verstärkt durch das vom Anker her zurückströmende, zur weiteren Hinüberschiebung mitwirken können. Nach Erfüllung ihrer Aufgabe aber werden sich die Ankerhaken wieder von einander ablösen und sich geradestrecken. Ob derartiges wirklich geschieht, oder wie sonst der Vorgang verlaufen mag, wird sich schon noch ermitteln lassen.

Viel mehr Positives kann ich betreffs der allmählichen Aufhebung der Conjugation oder, wie ich der Kürze halber sagen will, der Dejugation der beiden Spermien beibringen, wenigstens hinsichtlich ihres formalen Verlaufs, und zwar nach Beobachtung zahlreicher Abstufungen, die sich im distalen Theile der betreffenden Schlauchstrecke finden. Zuerst beginnt die Trennung der Schwanzwurzeln am hintersten Ende des vereinigten Stücks und schreitet von hier aus zunächst nur bis zur Basis der Köpfe fort. Während dessen oder etwas später heben sich die beiden Köpfe zuerst in dem mittlern Theile ihrer Länge von einander ab, und die Spaltung dehnt sich nach beiden Richtungen hin fortschreitend aus, so jedoch, dass die Spitzentheile und die basalen Enden noch längere Zeit an einander haften bleiben. Damit entsteht natürlich ein biconvexer Spalt zwischen den beiden Köpfen und diese selbst nehmen eine sanfte Längskrümmung an. Nach einer Weile lockert sich der Zusammenhang an den basalen Enden, worauf diese durch seitliche Verschiebung auseinanderweichen, unter immer steigender Divergenz der Köpfe, die so eine Zeit lang nur noch mit ihren Spitzentheilen zusammenhängen. Schliesslich gleiten auch diese von einander ab. Über die wirkenden Kräfte freilich und über die intimere Mechanik des Vorgangs gab die Beobachtung keinen Aufschluss, und wir können nur vermuthungsweise wieder die Thätigkeit des Protoplasma in Anspruch nehmen.

Es sei jetzt nochmals ausdrücklich hervorgehoben, dass sämmtliche Spermien von *Dytiscus* die beschriebene Paarung durchmachen. Ich habe im Sommer und bis in den October hinein in jedem geöffneten Männchen eine mindestens einige Centimeter lange Strecke des Nebenhodenschlauchs gefunden, die ausschliesslich Doppelspermien und diese natürlich zu Tausenden enthielt. Ein beträchtlicher Theil dieser Strecke ist in der Regel durch seine Rosenkranzform, deren Ursache ich ja erwähnt habe, schon äusserlich gekennzeichnet. Die an jene Strecke nächst anstossenden Theile des Schlauchs sind natürlich Übergangsstellen, wo neben conjugirten Paaren auch Einzelspermien sich zeigen, auf der proximalen Seite solche, die noch nicht in die Conjugation eingetreten und durch ihre Ankerkugeln kenntlich sind, auf der distalen Seite hingegen schon dejugirte Individuen.

Aus dem Paarungsprocess gehen die Spermien, soviel ich sehen konnte, im wesentlichen in derselben Gestalt und mit denselben Bestandtheilen hervor, die sie vorher hatten, mit Ausnahme dreier Punkte. Diese betreffen erstens die erwähnte Geradstreckung der Anker, zweitens den Verlust der früher an der Kopfspitze haftend gewesenen Secretmasse, die während der Dejugation abfällt, und drittens die während der letzteren erworbene Längskrümmung des Kopfs, deren Concavität selbstverständlich der rechten, d. i. der Ankerseite des Kopfs angehört. Es ist bemerkenswerth, dass diese neu erlangte, immer nach der nämlichen Seite gerichtete Längskrümmung eine bleibende, auch in der weiblichen Samentasche an allen Exemplaren wiederzufindende ist. Sie wird also wahrscheinlich auch zur Zeit des Befruchtungsvorgangs noch bestehen. Wenn ihr irgend eine Bedeutung zukommt, so kann diese, wie mir scheint, nur zu der mir freilich unbekannten Form der Mikropyle in den Eiern dieser Species in Beziehung stehen. Der »Anker« aber könnte sehr wohl nach Passirung der Mikropyle als ein Widerhaken dienen, also nach Art eines wirklichen Ankers functioniren, wenn auch nur als ein accessorisches Hülfsmittel zur Sicherung des Erfolges.

Was mag nun aber der hier beschriebene Paarungsvorgang für eine Bedeutung haben? Ich meine, diese könne nur gesucht werden in einem während der Conjugation erfolgenden Stoffaustausch zwischen den verbundenen Vordertheilen und namentlich zwischen den beiden Köpfen. Des nähern habe ich daran gedacht, ob nicht wie bei der Conjugation der Ciliaten sichtbare körperliche Bestandtheile ausgewechselt würden, und habe dabei namentlich die oben erwähnten Innenkörper des Kopfs ins Auge gefasst, jedoch keine positiven Anhaltspunkte für diese Idee gefunden. Ich bin deshalb mehr geneigt,

einen Austausch auf dem Wege der Diffusion flüssiger Substanzen oder, allgemeiner gesagt, einen moleculären Austausch anzunehmen. Dass während des Zusammenhaftens etwas Besonderes vorgeht, dafür ist ein sprechendes Zeichen auch der offenbar sehr hohe Grad von Erregtheit der in Conjugation befindlichen Spermien, der sich in ihren äusserst lebhaften Bewegungen ausspricht, wie sie auch nicht entfernt ähnlich weder vorher noch nachher wahrzunehmen sind, es sei denn kurz vor der Befruchtung, worüber ich keine Beobachtungen gemacht habe. Als Zweck des Stoffaustausches aber denke ich mir den Ausgleich etwaiger Verschiedenheiten der Mischung und damit auch der vererblichen Qualitäten, als ein Mittel, die Variabilität einzuschränken und einen gewissen Grad der Constanz der Art zu begünstigen. Von demselben Gesichtspunkte aus glaube ich auch die so weit verbreitete und wohlbekannte, aber so viel ich weiss bisher nicht in diesem Sinne gewürdigte Erscheinung der Bildung von Spermienbündeln im Hoden betrachten zu dürfen, in denen noch vielseitigere Gelegenheit zum Stoffaustausch und Ausgleich gegeben ist, um damit einer trotz aller Vorsorge der Natur bei den mitotischen Zelltheilungen noch immer möglichen Zersplitterung und ungleichen Vertheilung der Qualitäten nachträglich abzuhelfen. Aber die in einem solchen Bündel zusammengefassten Spermien stammen alle aus einem und demselben Follikel und damit auch nach meiner Beobachtung aus einer gemeinschaftlichen Urmutterzelle. Hingegen ist in der späteren Paarung Gelegenheit zum Ausgleich zwischen zwei aus verschiedenen Bündeln herkommenden Exemplaren geboten und damit ein neues Mittel zur erweiterten Befriedigung des bezeichneten Bedürfnisses. Es existirt aber im Thierreiche noch eine andere, meines Erachtens hier heranzuziehende Reihe von Thatsachen. Ich erinnere an die von v. Siebold an *Locusta* entdeckte federfahnenähnliche Gruppirung der Spermien im receptaculum des Weibchens. Auch hier sind, wie ich finde, die Köpfe der Spermien dicht an einander gelagert, und gleichzeitig zeigt sich noch in dem hohen Erregungszustande der so agglutinirten Spermien, deren Schwänze fortwährend in äusserst lebhafter Bewegung sind, eine besondere Analogie mit den von mir oben geschilderten, im Nebenhoden von *Dytiscus* anzutreffenden Erscheinungen. Dann aber ist jener bei *Locusta* auftretenden Erscheinung Ähnliches, nämlich ebenfalls durch einen festen Faden oder durch ein breiteres Schüppchen gestützte Zusammenordnung der Spermien noch von Stein und von Gilson im receptaculum einiger anderen Insecten-Gattungen und von Ballowitz auch im vas deferens von *Calathus* gefunden worden. In sehr verschiedenen Gegenden der Genitalsysteme also finden sich Thatsachen, die auf das Bedürfniss nach einer Art »Pan-

mixie« der von einem Männchen gelieferten Spermien hindeuten. Ob hier auch die oben geschilderten grossen Knäuel der Doppelspermien von *Dytiscus* noch anzureihen seien, muss ich bezweifeln, weil mit der dichten Verschlingung der Schwänze doch nicht zugleich eine Verklebung verbunden ist; und ich enthalte mich jeder Vermuthung über die Bedeutung dieser Art von Agglomeration.

Aber die Conjugation im Nebenhoden von *Dytiscus* hat doch noch etwas ganz Besonderes an sich, nämlich das Paarige, die Thatsache, dass sich immer nur zwei Individuen verbinden und zwar gesetzmässig in einer Weise, die eben auch nur unter zweien möglich ist. Es erhebt sich deshalb die Frage, ob etwa eine ursprüngliche Dualität der Spermien, eine qualitative Verschiedenheit oder eine Art polaren Gegensatzes die Veranlassung sei und einen Ausgleich in der Paarung suche. Irgend eine derartige Dualität der Anlage ist nun aber nicht ersichtlich gewesen, hat sich wenigstens im Morphologischen nicht kund gegeben; denn auf die verschiedene Richtung der anfänglichen Längskrümmung habe ich keinen Werth legen können. Es kam mir deshalb der Gedanke, in einer Zwiefachheit des Ursprungs die Veranlassung zu einer versteckten Verschiedenheit der Qualität zu suchen. Ich fieng an zu zweifeln, ob die beiden copulirten Spermien auch wirklich aus einem und demselben Hoden abstammen, ob nicht vielmehr der Conjugation eine Vermischung des Sperma aus dem rechten und dem linken Hoden vorangeht und nur je ein linksseitig und ein rechtsseitig entstandenes Spermium sich conjugiren. Die Entstehung in zwei antimeren Organen könnte wohl eine feinere, wenn auch unerkannte Verschiedenheit bedingen. In diesem Gedankengange wurde ich noch bestärkt durch die oben erwähnte auffallende Thatsache, dass die beiden Nebenhoden wenigstens äusserlich zu einem unpaaren Körper vereinigt sind. Ich suchte also nach einer Communication der beiden Nebenhodenschläuche. Eine solche habe ich nun freilich bis jetzt nicht finden können; aber ich muss sagen, dass ich dieses negative Resultat wegen der technischen Schwierigkeit der Präparation und gewisser dabei hinderlicher Übelstände noch nicht für ganz gesichert halte; und erst erneute Prüfung mit verbesserter Methode wird Entscheidung in dem einen oder andern Sinne herbeiführen können. Übrigens würde, auch ohne dass im Verlaufe der Schläuche eine Anastomose vorhanden ist, immer noch die gemeinschaftliche Ausmündung in den ductus ejaculatorius die Möglichkeit zu einer Überwanderung von Sperma aus einem Nebenhoden in den anderen darbieten. Der Gedanke an einen solchen Hintergrund und eine solche Verursachung der Conjugation mag ja durch seine Ab-

sonderlichkeit auffallen; aber diese steht doch nicht ausser Verhältniss zu der Eigenthümlichkeit der zu erklärenden Erscheinung.

Jedenfalls dürfte das Mitgetheilte geeignet sein weitere Erforschung anzuregen, zunächst nach der Richtung hin, ob nicht Ähnliches auch noch bei anderen Thieren, namentlich anderen Insecten, anzutreffen ist.

Zum Schlusse möchte ich noch bemerken, dass die in Obigem enthaltenen Angaben über die Grenzen der den einzelnen Phasen dienenden Schlauchstrecken nur für im Sommer frisch eingefangene Männchen annähernde Gültigkeit beanspruchen; denn nach längerer Gefangenschaft und Ausbleiben der Begattung verschieben sich in Folge der Retention des Spermas jene Grenzen proximalwärts, was beweist, dass die Veränderungen der Samenelemente nicht ausschliesslich durch die Örtlichkeit ihres Aufenthalts bedingt, sondern zum Theil eine Function der Zeit sind.[1]

[1] Das in obiger Abhandlung Beschriebene ist z. Th. durch Mikrophotogramme erhärtet und sonst durch zahlreichere Abbildungen veranschaulicht, die einer ausführlicheren Darstellung beigegeben werden sollen.

Ausgegeben am 6. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1893.
XVII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

6. April. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Hr. Hirschfeld las über die römischen agentes in rebus. Die Mittheilung erscheint in einem der nächsten Berichte.

Über eine Athenastatue aus Pergamon.

Von Alexander Conze.

(Vorgetragen am 2. Februar [s. oben S. 37].)

Im October und November 1880 wurden bei unseren Ausgrabungen in Pergamon hinter der Nordhalle des Athenaheiligthumes die Gemächer aufgedeckt, deren grössestes namentlich wir für die Bibliothek in Anspruch genommen haben. Das am weitesten nach Westen gelegene dieser Gemächer öffnet sich mit einem schmalen Querraume nach Westen hin, wie auf Tafel XXXVI und XL im zweiten Bande der Alterthümer von Pergamon von Bohn zur Darstellung gebracht und auf S. 56ff. 65ff. erläutert ist.

Bereits beim Beginne des Grabens an dieser Stelle, nur anderthalb Meter unter der Oberfläche der Verschüttung erschien, wie Humann am 26. October hierher berichtete, eine weibliche Statue, aus parischem Marmor und, so weit überhaupt erhalten, wenig verletzt. Eine bessere haben wir noch nicht gefunden, fügte Humann hinzu und kam in seinen folgenden Briefen mehrfach auf die besondere Schönheit dieser in der Fülle ihrer Gestalt, wie er sagt, einer Hera ähnlichen Figur zurück. Es ist die im Jahrbuche der k. preuss. Kunstsammlungen III. 1882. S. 53 erwähnte und in der amtlichen Beschreibung der pergamenischen Bildwerke, 9. Auflage, 1892. S. 25 aufgeführte Statue, von der in Furtwängler's Aufsatze über die Parthenonsculpturen im Jahrbuche des Instituts V, 1891, S. 91 eine Ansicht und ein Durchschnitt abgebildet ist.

Beim Tiefergraben kam auf dem Boden des erwähnten westlichsten der an der Nordhalle liegenden Gemächer abermals eine Marmorstatue, eine Athena, zum Vorschein, über die Humann zuerst am 9. November 1880 hierher berichtete (vergl. Jahrbuch der k. preuss. Kunstsammlungen a. a. O.). Auch sie erregte durch ihre besonders gute Erhaltung wie durch ihren künstlerischen Charakter seine Aufmerksamkeit aufs Höchste. Der rechte Arm fehlte und fehlt leider noch heute; ihr Kopf, der nach der Einhöhlung im Torso mit dem

Halse aus besonderem Stücke eingesetzt gewesen war, wurde auch nicht mit gefunden, dagegen lagen abgebrochen der linke Arm und die linke Hand, an der nur Daumen und zwei Vorderfinger fehlten, gleich daneben. In seinen Briefen vom 16. und 23. November sprach Humann weiter über diesen Fund und schloss: die beiden Statuen stehen hoch über allem bis jetzt Gefundenen. Dieses Urtheil hat in der Folge auch für die historische Schätzung gesteigerte Berechtigung gefunden, je mehr man unzweideutig erkannte, dass beide Statuen, als auf das fünfte Jahrhundert zurückzuführen, einer noch besseren Zeit als die Masse der virtuosen pergamenischen Sculpturen angehörten.

Am 2. Februar 1881 schrieb sodann Humann: am Mittwoch 24. Januar fanden wir unmittelbar nördlich von dem Gemache, in welchem die Athena und die Hera-artige Statue gefunden sind, einen intacten Frauenkopf. Er passt leider auf keinen Rumpf. Es ist offenbar ein Portraitkopf, fährt er fort, und schildert weiter das Gemisch von Wohlgefallen und Missbehagen, das die Betrachtung des Kopfes erwecke. Auch in seinen weiteren Nachrichten spielt aber der Frauenkopf, dessen Gleichen namentlich an Erhaltung die Ausgrabungen nicht geliefert hatten, eine besondere Rolle. Erwähnt ist der Kopf im Jahrbuche der k. preuss. Kunstsammlungen a. a. O. S. 88.

Als beide Statuen und der Kopf hierher in die königlichen Museen gelangt waren, blieb der Kopf für sich allein und ein besonderes Räthsel für die Betrachter, mehrfach auch hier noch für ein Portrait angesprochen, bis die Wiederhersteller der pergamenischen Sculpturen, die HH. Freres und Possenti, an der Art der Arbeit zu erkennen glaubten, dass er auf die Athenastatue gehöre. Er wurde ihr aufgesetzt, gradeausgerichtet: ein fester Anhalt, wie er aufzusetzen sei, fehlte mit dem unteren Theile des Halses, bis auch dieser unter den Bruchstücken im Museum gefunden wurde, trotz geringer fehlender Zwischentheile unverkennbar an den Kopf gehörig, in seinem unteren Theile mit einem breiten Einsatzzapfen als vom Körper gesondert bearbeitet und in die Höhlung oben in der Athenastatue passend. Es ist zu erwähnen, dass die Einsatzfuge vorn nicht mit der Grenze von Gewand und Nacktem zusammenfällt, vielmehr durch das Nackte verläuft, von dem ein kleiner Theil in Eins mit dem Torso gearbeitet ist. Der seitwärts senkrecht, oben und unten etwa rechtwinklig dazu gearbeitete Einsatzzapfen entspricht in dieser nicht gerade gewöhnlichen Form der ganz entsprechend ausgearbeiteten Einsatzhöhlung im Torso. Eine blosse Zufälligkeit des Hineinpassens des Kopfes in die Statue ist damit ausgeschlossen. Auch Fundumstände, Grösse, Stil und Arbeit, sollte letztere auch am Kopfe für etwas feiner erachtet

werden, kommen für die Zusammengehörigkeit in Anschlag, wogegen es Nichts bedeuten würde, wenn der Kopf ein von dem der Statue ein wenig verschiedenes Marmorkorn zeigte. Ich bin, um mit Nichts zurückzuhalten, von einem Fachgenossen, welcher eindringend beobachtet, auch auf die Frage geführt, ob der Kopf etwa erst für die Aufstellung in Pergamon als nicht allerursprünglichst zur Statue gehörig für sie adaptirt sein könnte; aber ich vermag nach gemeinsamer Betrachtung, so weit meine Einsicht reicht, Nichts zu finden, was entscheidend oder auch nur empfehlend für eine solche Annahme spräche.

Bei der Wiederzusammensetzung stellte sich heraus, dass der Kopf nicht geradeaus gerichtet, sondern leicht zur Rechten der Figur hin geneigt war.

In dieser Gestalt hergestellt, hat die Statue durch meinen Nachfolger am Museum einen besonders ausgezeichneten Platz erhalten (Beschreibung[9] S. 29) und ist damit der Betrachtung und Forschung eindringlicher als früher empfohlen. Eine Ansicht und einen Durchschnitt hat Puchstein in dem angeführten Aufsatze (S. 95) herausgegeben und dazu eine kurze, namentlich auf die Bildung der Gewandung eingehende Erörterung gegeben, welche ihn zu dem Schlusse führt, dass das Original dieser pergamenischen Athena von einem Schüler vielleicht des Phidias selbst herrühre, dass es jedesfalls etwas später entstanden sei als die Gold- und Elfenbein-Statue im Parthenon und eine in Copien in Dresden und Cassel erhaltene Athenastatue, welche wie das Tempelbild von Phidias herrühren und möglicherweise dessen Lemnierin sein könne. Die Ansicht der Figur wird hierneben, aus Puchstein's Aufsatze entnommen, wiederholt. Eine vollere Darstellung bleibt den »Alterthümern von Pergamon« vorbehalten.

Die Göttin ist stehend dargestellt, in reichlicher Lebensgrösse (1.79 hoch ohne die Sandalen); ihre Gestalt ruht auf dem rechten Beine, während das linke in halber Schrittstellung nur mit dem Vorderfusse den Boden berührt; ihr Kopf ist leicht nach ihrer rechten Seite etwas abwärts gewendet, was zusammen mit der Beinstellung der ganzen Figur eine Bewegung nach dieser Seite hin giebt; der linke Arm hängt, aber nicht ohne Muskelthätigkeit, sondern ein wenig vom Körper abstehend, herab; der rechte Arm liegt mit seinem allein erhaltenen Oberarme eng an den Torso gedrängt, während die rechte Schulter zugleich tiefer gesenkt als die linke steht.

Das Gewand ist wie an der Parthenos und ihr verwandten Athenafiguren der lange, schwere, ärmellos nur auf den Schultern befestigte sogenannte dorische Chiton aus Wollenstoff, auf der rechten Seite offen, mit dem Überfalle (ἀπόπτυγμα), der, durch Übergürtung verkürzt, bis auf die Mitte der Oberschenkel herabhängt. Die Gürtung ist durch zwei Schlangen bewirkt, deren Hälse vorn und deren Schwänze hinten geknotet sind. Wie die Form des Gewandes es mit sich bringt, fallen der vor der Anlegung rechte und linke, nach der Anlegung vordere und hintere Saum des oblongen Tuches, auf der rechten Seite der Figur sich begegnend, in gewundenen Linien neben den parallelen Steilfalten, unter denen das rechte Standbein verschwindet, herab, während durch das vortretende Knie des linken Spielbeins und durch dessen Fussbewegung die contrastirenden Faltenmassen entstehen, wie sie bei stehenden Gewandstatuen die von Polyklet zur Norm gebrachte, hier aber noch mit einer gewissen Schüchternheit behandelte Stellung des *uno crure insistere* hervorbringt. Die Gewandsäume auf der rechten Seite sind durch die Einknippungen der sogenannten Saalkante charakterisirt und in ihrer Wirkung auf das Auge verstärkt, eine Einzelheit, auf welche Böttticher als bei attischen Sculpturen des fünften Jahrhunderts v. Chr. häufig vorkommend hinzuweisen liebte.

Über dem schlicht und mächtig wirkenden Gewande liegt das Abzeichen der Athena, die Aegis, hier in ungewöhnlicher Art geformt. Sie ist geradezu verdoppelt, in Gestalt zweier schmaler Streifen, deren jeder über eine Schulter und unter der andern Achsel durchgelegt ist und die sich so auf Brust und Rücken kreuzen. Vorn ist etwa auf der Kreuzung ein Gorgoneion angebracht, mit heraushängender Zunge, aber sonst wenig alterthümlich gebildet. Die bogenförmigen Ausschnitte der unteren Ränder beider Aegis-Hälften sind jeder einzelne mit einer kleinen Schlange gesäumt, deren Kopf und Schwanz jedesmal frei abstehend ein mannigfaltig gefälliges Spiel geschlungener Linien bilden. Die Erscheinung der Brust der Göttin wird durch diese Gestalt der Aegis mächtiger zugleich und reicher.

Von einer solchen Aegis kenne ich kein zweites Beispiel an einem plastischen Werke.

Die Aegis fiel bekanntlich in älteren Bildwerken mantelartig über den Rücken herab, nur mit einem kleineren Theile vorn um den Hals auf der Brust befestigt, so dass sie mit dem linken Arme aufgenommen wie ein Schild gebraucht werden konnte, wie auf einer Selinunter Metope und an der Herkulanensischen Statue. Hierbei konnte sie auch mit zweien ihrer Schlangen vorn um den Leib herum festgebunden werden, wie an der Herme Ludovisi (Schreiber 60). Dann

schwindet diese volle Form und das in der Vorderansicht Sichtbare wird zur Hauptsache oder bleibt allein übrig, wie an der Parthenos und in der an späteren Kunstwerken vorherrschenden Form. Diese Brustaegis schrumpft an attischen Darstellungen der Göttin gelegentlich so zusammen, dass es an die schmale Form der Aegis an unserer pergamenischen Statue erinnert. Beispielsweise zeigt das ein früher auf der Akropolis in der Vorhalle der Pinakothek befindlicher Torso, an welchem die Schlangenköpfe und -schwänze aus Metall angesetzt waren (Müller-Schöll n. 23. Taf. I, 3 = Sybel 6867).

An zahlreichen in Attika gefundenen oder auf Attika zurückzuführenden Darstellungen der Athena, wie schon im Westgiebel des Parthenon, erscheint ferner die Aegis schräg umgelegt, von der rechten Schulter über Brust und Rücken herab um die linke Hüfte herum, zuweilen umgürtet, wie an der Dresden-Casseler Statue. Die beistehende, sehr anspruchslose Skizze, welche einen vor 1860 westlich vom Erechtheion ausgegrabenen Torso darstellt (= Sybel 5840?), zeigt vielleicht deutlicher, als die Abbildung eines andern Beispiels bei Müller-Schöll Taf. I, 2, dass auch bei dieser Anordnung die Aegis einmal sehr schmal wird. Es bedurfte dann nur der Verdoppelung, um die Form entstehen zu lassen, welche wir an unserer pergamenischen Athenastatue finden.

Auf diese Verdoppelung, welche ihm, wie schon berührt, formell willkommen sein musste, wird den Künstler die nach vielfachen Zeugnissen der attischen Grabreliefs im 5. und 4. Jahrhundert übliche Mädchentracht der über Brust und Rücken sich kreuzenden Bänder geführt haben. Ich führe nur C. 332 und Fr. W. 1120 an. Auf der Brust werden sie am Kreuzungspunkte durch eine runde Platte gehalten, die oft genug das Amulet der Gorgoneion's getragen haben wird, wie an der Cistophore aus Eleusis in Cambridge (Michaelis AM. S. 242) oder den bei Sybel n. 5916 angeführten Sculpturen. Eine zu seiner Zeit jedem geläufige Alltagstracht junger Mädchen benutzend, charakterisirte also unser Künstler seine Athena als die jungfräuliche Göttin. Diese einfache Erklärung wird augenfällig unterstützt durch Pallas-Figuren auf späten panathenaeischen Preisamphoren, an denen, durch flüchtige Andeutung von Schlangen und des Gorgoneions noch an die Aegis erinnernd, geradezu nur die feinen Kreuzbänder der Mädchentracht über dem Chiton der Göttin liegen (*Mon. dell' Inst.* X, Taff. XLVII*a*—*g*. 48. 48*a*. Vergl. Studniczka, Alt-griech. Tracht S. 143).

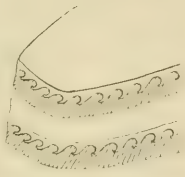
Wie die Gestalt der Aegis ist auch die Haartracht an unserer Statue keine ganz gewöhnliche der Athena, und diese Tracht ist es wohl, welche, wie gesagt, als der Kopf noch isolirt war, auf die Annahme einer Portraitdarstellung geführt hat. Man vergleiche die Abbildung auf S. 216. Das Haar ist im Ganzen von der Stirn aus zurückgestrichen, oben auf dem Schädel dünn anliegend, dicht über der Stirn und aus der Schläfe über die Ohren weg sind aber in welliger Masse zurückgelegt die Partien, welche sonst auf Schultern und Brust fallen können: aus dem Nacken ist es in die Höhe gekämmt unter einen starken Schopf, der, statt sonst bei Athenaköpfen in der Regel lang auf dem Rücken herabzuhängen, hier aufgenommen die Schädelform in horizontaler Richtung verlängernd, absteht. Diese Gesammtanordnung schliesst sich der Haartracht an, wie sie uns namentlich die attischen Grabreliefs als die im 5. und 4. Jahrhundert übliche vor Augen führen (z. B. C. 334), wie sie die Kora auf dem grossen Eleusinischen Relief trägt, vom Parthenon der Weber'sche Kopf und der neu wiedergewonnene der Nike im Friese, von Einzelköpfen die von Koepp (Röm. Mitth. des Inst. I, S. 201, I—V) zusammengestellten, wo auch der in der Haartracht einigermaassen verwandte weibliche Kopf auf der Atlasmetope von Olympia verglichen wird. Bei wesentlicher Gleichheit der Haartracht mit der an diesen Beispielen zeigt aber die an unserer pergamenischen Athena in so fern etwas Besonderes, als in dem hinteren Schopfe das Haar nicht von unten aufgenommen, sondern von oben herabgelegt ist.

Vier Bohrlöcher zeigen ferner, dass Metallschmuck am Kopfe angesetzt war. Zwei sind in den Ohrläppchen, wie so häufig, für Ohrgehänge angebracht, zwei aber befinden sich jederseits eines in der Schläfengegend, und mit dem, was hier befestigt war, muss es zusammenhängen, dass das Haar über der Stirn und auch noch über den Ohren so gut wie unausgeführt geblieben ist. Diese ganze Partie muss durch Metallschmuck, welcher in den Schläfenlöchern mit Stiften befestigt war, verdeckt gewesen sein. Man wird auf eine Stephane geführt, wenn es auch schwer ist, sich eine ganz bestimmte Vorstellung von ihrer Form zu bilden. Man mag sich dabei erinnern, dass in der Mädchentracht auf attischen Grabreliefs des 5. bis 4. Jahrhunderts eine breite Stephane nicht ungewöhnlich ist (z. B. Fr. W. 1120).

Das einstige Vorhandensein eines solchen Schmuckes schliesst es aus, dass der Kopf unserer Athena etwa einen metallenen Helm getragen hätte, wie auch die Haartracht dem Aufsetzen eines Helms im Wege sein würde.

Von der Tracht sind endlich noch die hohen (reichlich $0^{m}03$) Sandalen zu erwähnen, die durch kein plastisch ausgeführtes Band

am Fusse befestigt sind. Ihr Umriss ist durch die Fussform mit dem bereits stark zurückgerückten kleinen Zehen bedingt. Sandalen waren auch in bedeutender Stärke in der attischen Tracht üblich (z. B. C. 320) und Jeder erinnert sich, wie sie an der Parthenos des Phidias geschmückt waren. An unserer Statue war der analoge Zierrath nur gemalt. Als einige Tage nach der Ausgrabung ein Regenschauer die Statue gereinigt hatte, trat die Bemalung, welche die leeren Seitenflächen der Sandalen belebte, deutlich hervor. So wie beistehend wiedergegeben, hat Humann das Muster damals verzeichnet; das über dem hier schraffirten Roth der Wellenlinien Ausgesparte war unbemalt weisser Marmor. Ähnlich doppeltgerändert sind die Sandalen auf dem attischen Grabsteine der Damasistrate (C. 410). Die Bemalung der Figur erstreckte sich aber weiter; die Aegis erschien an einzelnen Stellen hellblau und hatte sonst wenigstens noch einen bläulichen Schein; an den Schlangen zeigten Spuren, dass sie roth bemalt gewesen waren; Farbspuren waren auch am Saume des Gewandes vorhanden. Heute ist von alle dem nichts mehr zu sehen. Die Formen, so energisch sie ausgeführt sind und so wirkungsvoll sie für die Gewöhnung unseres Auges erscheinen, entbehren der farbigen Abhebung der einzelnen Theile von einander, wie der kräftigen Zuthat des Metallschmucks, womit sie das griechische Auge erst voll befriedigten.



Leer und in seiner Bewegung dergestalt nicht motivirt sehen wir den linken Arm. Die beiden kleinsten Finger der Hand, die allein erhaltenen, sind eingebogen, die drei anderen waren sichtlich gestreckt. Diese Haltung der in ihrem Innern hinreichend offenen Hand zusammen mit der nicht lose herabhängenden, sondern in leichter Anspannung vom Körper etwas abgehobenen Stellung des Arms haben in der Restaurationswerkstatt der Museen bald auf die einleuchtende Annahme geführt, dass die Göttin ihren Speer im linken Arme hielt, in einer Weise, wie ihre Bilder ihn oft halten, mit seinem oberen Ende lose an der Schulter anliegend.

Bis auf Schulter und ein Stück Oberarm verloren ist ja leider der rechte Arm. Der Oberarm liegt eng am Körper an, nicht so der Unterarm, wie man an der Ausarbeitung der Gewandung an der rechten Seite der Figur sehen kann: er wird also im Ellbogen gebeugt mit der Hand nach vorn bewegt gewesen sein. Dieses zusammen mit der etwas gesenkten Stellung der Schulter führt auf die durch viele Analogieen unterstützte Annahme, dass die Hand etwas leicht Belastendes hielt. Hier ist Verschiedenes möglich, eine Nike, eine Eule, der Helm. Gegen den letzteren wird man vielleicht geltend machen, dass die

Kopftracht das Aufsetzen eines Helmes ja unmöglich mache, ein Einwand, der mir nicht entscheidend scheint. Auch die Athena eines sorgfältigen Vasenbildes trägt eine Stephane mit aufragenden Spitzen um den Kopf und den Helm auf der Hand (Klein, Vasen mit Lieblingsinschriften S. 80f., n. 8).

Helm und Speer, so gehalten, wie sie an unserer Statue gehalten sein müssten, entsprechen einer in der Handhabung der Waffen bei den Griechen geläufigen Situation, wie sie als militärische Ruhestellung etwas sehr Gewöhnliches gewesen sein wird, daher denn auch Athena

so mit dem Speere im linken Arme und mit dem Helme auf der rechten Hand in den Bildwerken von früher Zeit an häufig erscheint. Wie das militärische Leben diese Stellung und Haltung der Waffen bot, will ich durch das Bild einer Thonlekythos sizilischer Herkunft im britischen Museum (*E* 617[*]) belegen, dem sich leicht andere Beispiele anreihen lassen dürften.

Die wenigstens nächstliegende Möglichkeit möchte ich für die Ergänzung unserer Statue damit befürwortet haben. An wie Verschiedenes man sonst denken kann, illustrirt die gewiss als Reminiscenz einer Statue zu fassende Athenafigur auf der Säule im Bilde einer panathenaeischen Preisamphora, wo die Göttin nicht den Speer, sondern einen Anker oder ein Trophäengestell im linken Arme geschultert hält und auf der rechten Hand eine auf einem Zweige, wenn nicht einem Akrostolion sitzende Eule (*Mon. dell' inst.* X, Taf. XLVII[a]).

Fassen wir das so weit im Einzelnen, um es uns erst deutlich zu machen, betrachtete Standbild in seiner Gesammterscheinung zusammen, so ist wohl vor Allem die mächtige Kraft der Gestalt das was sie charakterisirt, und wenn wir durch Messung dem auf den Grund zu gehen suchen, so ist es die kurze, breite Proportion des *signum quadratum*, welche zumal für eine weibliche Natur auffallend sich herausstellt. Ich habe mich hierbei des sachkundigen Beistandes des Hrn. Possenti von der Restaurationswerkstatt der k. Museen zu erfreuen gehabt.

Bei einer Gesammthöhe der Figur (ohne Sandalen) von $1^{m}.79$ beträgt die Kopfhöhe knapp $0^{m}.28$, was eine Figur von etwa 6.4 Kopflängen ergiebt, ein kurzes Verhältniss. Der Brustkasten ist dabei sehr breit; an dem Dreiecke zwischen Halsgrube und den beiden Brustwarzen misst die Basis des Brustwarzenabstandes $0^{m}.30$, der Abstand

von der Halsgrube zur Brustwarze nur gegen $0^{m}24$. Wichtig ist ferner das Verhältniss der Schultern zu den Hüften. Der Abstand der Schultern von einander beträgt, auf der Höhe gemessen, etwa $0^{m}41$, an den äusseren Umrissen der Deltoïdeen gemessen $0^{m}55$, während die Hüftenbreite, soweit man sie unter dem Gewande veranschlagen kann, etwa $0^{m}38$ kaum überschreitet. Die Hüften sind also schmal gegen die Schultern, ein mehr männliches Körperverhältniss. Hierbei wird man sich erinnern, dass die ältestgriechische Kunst, wie schon Schadow zu den Aigineten anmerkte, auch für weibliche Figuren keine weibliche Proportion kennt, und dass gerade für Athena, die mannhafte, selbst in spätgriechischer Kunst die männliche Schmalheit der Hüften gelegentlich beibehalten wird (z. B. Berlin 73).

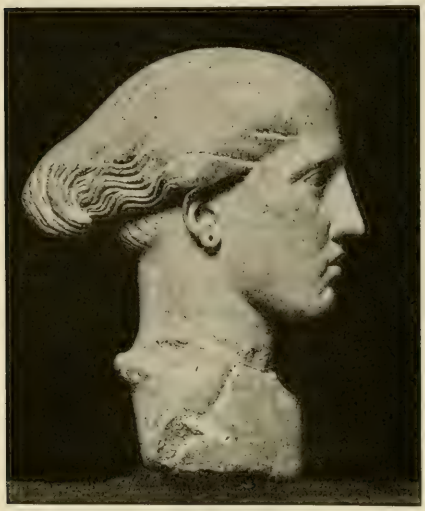
Ein auffallendes und für den Eindruck der Gestalt mit bestimmendes Maassverhältniss ist noch folgendes. Von der Halsgrube bis zur Scham, unter dem Gewande taxirt, sind etwa $0^{m}62$, während der Unterschenkel (Kniehöhe bis Hacken) rd. $0^{m}48$ misst, während beide Dimensionen sich eher gleich sein sollten. Die Beine sind also kurz, der Torso überwiegend, die Figur würde wie der Odysseus in Antenor's Erzählung in der Ilias beim Sitzen gross sein. Eine sogar wie ein Fehler erscheinende Kürze des Unterschenkels begegnet auch auf attischen Reliefs des 5./4. Jahrhunderts (Fr.—W. 1158. Grabrelief: C. 310).

Aber mit der gedrungenen Proportion der Gestalt geht den Eindruck des Ganzen bestimmend zusammen die Macht der Bewegung, welche der Künstler in die Figur der Göttin zu legen gewusst hat. Dass das Moment der Bewegung dem Beschauer besonders dominirend entgegentrete, betont mir Hr. Kekulé, der die Statue jetzt täglich und mit besonderer Aufmerksamkeit sieht. Es führt das dazu, dass man darauf kommen könnte, die Bewegung der Figur stände in Zusammenhange mit einer ursprünglichen Gruppirung in der Reihe mehrerer Statuen, wie einer Athena mit Juno und Herakles von Myron, die zur Zeit der Attaliden noch im Heraion zu Samos stand, oder einer Athena im Marathonischen Weihgeschenke von Phidias in Delphi.

Ähnliche Proportionen, ähnlicher Charakter auch sonst finden sich wieder bei einer andern Athenastatue, der mit dem Löwenfelle in Villa Albani (Fr.-W. 524), und Vieles von dem, was seit Winkelmann zur Charakterisirung dieser eigenartigen Statue gesagt ist, wird sich auch auf die Pergamenerin anwenden lassen. »Heftig und befangen« nennt Burckhardt die albanische Athena und die pergamenische hat Etwas von der stürmischen Kraft der Homerischen Göttin, aber gepaart das mit einer gewissen, im Gegensatze gegen den Linienfluss einer jüngeren Kunst möchte man sagen, Unbeholfenheit. Mit

der Erinnerung an die albanische Statue stellt sich, wie für die Albani ausgesprochen, wenn auch widersprochen ist, ein starker Anklang an Polykletische Werke ein. »*L'ensemble donne l'idée d'une force redoutable*«, wie Guillaume seine Charakteristik des Doryphoros beginnt.

Wir haben aber noch Eins nicht zu übergehen, das Verhältniss von Ausdruck im Kopfe und im übrigen Körper der Statue. Je mächtiger der Ausdruck der Gestalt, desto weniger entwickelt ist der Gesichtsausdruck. Der Kopf, den wir das seltene Glück haben in völliger Unverletztheit des Gesichts zu besitzen, ist beistehend in reiner Profilansicht abgebildet. Er hat etwas Allgemeines, noch nicht Individualisirtes, und es ist eine interessante Erfahrung, dass, so viel ich weiss, Niemand daran gedacht hat, der Kopf könne der einer Athena sein, so lange er wie gesagt noch nicht mit der Statue vereinigt war. Wir haben offenbar das Werk einer Kunststufe, auf der, wie an Myron's Werken, es noch nicht gegeben war *animi sensus exprimere* und auf der die Göttertypen noch nicht zur Schablone geworden waren.



Wir sind bei den Versuchen, den Charakter der Statue zu schildern, mehrfach darauf geführt, das neue Werk in die Nähe uns bereits bekannter Erscheinungen zu stellen und damit ist der Anfang gemacht zu einer historischen Einordnung. Immer wurden wir auf die Kunstweise des fünften Jahrhunderts geführt, in die Zeit, aus welcher für unsere Kenntniss das Dreigestirn des Polyklet, Myron und Phidias hervorleuchtet. Mit Phidias hat zuerst Puchstein in der angeführten Untersuchung die Statue bereits in Vergleichung gestellt und in Zusammenhang gebracht, und es wird das um so berechtigter erscheinen, je mehr wir Puchstein's entschlossener Beschränkung dessen, was wir Phidias zutrauen, zu folgen im Stande sind.

Puchstein hat nun, wie bereits angeführt, auf eine Analyse der Gewandmotive gestützt, unsere Statue einem Schüler des Phidias zuschreiben wollen. Ich weiss nicht, ob wir berechtigt sind, so über

die Möglichkeit abzusprechen, dass Phidias selbst mit einer Nuance der Gewandanordnung in einem seiner Werke über ein anderes hinausgegangen wäre. Wenn man hierin zögernd ist und überhaupt sich gern bescheidet, lieber Etwas zu wenig zu verstehen als zu viel, so wird man einstweilen sein Genüge daran finden als gesichert anzusehen, dass unsere Athena der Art des Phidias sehr nahe steht. Da ich, so lange ich über die Statue nachgedacht habe, schon immer dieser Meinung war, habe ich mir wiederholt die Frage aufgeworfen, ob wir eine Copie der helmlosen Lemnierin, der Broncestatue des Phidias, vor uns haben könnten, die ich mit Collignon sonst bei den mehrfachen Versuchen als nachgewiesen noch nicht ansehen kann.[1] Doch erwähne ich das in dem Sinne, wie Hübner einmal bei Herausgabe eines Madrider Kopfes (Fr. W. 214) davon Gebrauch machte, nur um die Region zu bezeichnen, in der man gesucht hat.

Die Athenastatue, welche wir also in das fünfte Jahrhundert zurückdatiren, war ihrem Fundorte nach zu urtheilen in der pergamenischen Bibliothek oder in deren Umgebung in oder an der Säulenhalle des Athenaheiligthums aufgestellt, ein Theil des Besitzes älterer Kunstwerke, welchen die Könige zusammenbrachten. Dass sie erst nach der Königszeit nach Pergamon gekommen wäre, wird Niemand für besonders wahrscheinlich halten. Sie ist mit der Anfangs erwähnten andern weiblichen Statue, welche ebenfalls der Kunstweise des fünften Jahrhunderts entspricht, das ausgezeichnetste Stück, welches uns von solchem königlichen Kunstbesitze geblieben ist. Geringeres mag in Resten noch unter den übrigen pergamenischen Fundstücken vorhanden sein. Was wir sonst von diesem Kunstbesitze kennen, hat Fränkel (Alterthümer von Pergamon VIII. 1. n. 48—50) jüngst zusammengestellt. Werke verschiedener Perioden, aus dem sechsten Jahrhundert die bekleideten Chariten des Bupalos von Chios, aus dem fünften der Erzkoloss des Apoll vom Aegineten Onatas, von jüngerer Kunst das naturalistisch behandelte Symplegma des Kephisodotos, ferner einzelne Stücke, von denen wir nur die Künstlernamen auf den bei den Ausgrabungen wiedergefundenen Basen lesen, von Gemälden die Chariten des Pariers Pythagoras und der vom Blitze getroffene Aias von Apollodor. Von diesen Stücken der königlichen Kunstsammlung standen die Chariten des Bupalos nach Pausanias im Γάλατος des Attalos, also im Palaste selbst, das Gemälde des Pythagoras beim Pythion, dessen Lage wir nicht bestimmt kennen, ein Block von der Basis des Apollokolosses

[1] Inzwischen hat mir Hr. Treu vor den beiden Dresdener Exemplaren der Athenastatue, welche schon Puchstein für die Lemnierin in Anspruch nahm, gezeigt, wie durch eine Beobachtung des Hrn. Furtwängler diese Zurückführung an Wahrscheinlichkeit gewonnen hat. Vergl. darüber auch Overbeck, Geschichte der griech. Plastik[4] I, S. 349 f.

von Kalamis ist herabgestürzt am Abhange neben dem Theater gefunden, so dass er auf der Hochburg in den Palästen oder im Athenaheiligthume gestanden haben mag. eine Aufstellung, welche auch für andere Werke, deren Basen gefunden sind, anzunehmen ist, wie also auch für unsere Athena. Wir werden uns die von den Attaliden gesammelten Kunstwerke, wie die moderner Herrscher vor Gründung eigentlicher Museen, in mannigfaltig verschiedener Aufstellung zu denken haben, wie z. B. den Kunstbesitz der spanischen Könige, von deren Vertheilung in Palästen und zugehörigen Bauten uns Justi im Velasquez detaillirte Nachweise gegeben hat.

Wie Fränkel, welcher dieses Thema eingehend behandelt hat, sagt, ist es keineswegs ausgeschlossen, dass sich unter den mit den Namen älterer Künstler bezeichneten Werken in Pergamon auch Copien befunden hätten, und aus einer delphischen Inschrift entnimmt Fränkel die Thatsache, dass Attalos II. Maler nach Delphi schickte, um dortige Gemälde copiren zu lassen (Jahrb. des Inst. VI, S. 49 ff.).

Nur für eine Copie nach einem Originale des fünften Jahrhunderts habe ich immer auch unsere Athenastatue gehalten, und ich muss eine kurze Äusserung Furtwängler's in Roscher's mythologischem Lexicon I, S. 700, wo er sagt, dass unsere Athena (denn sie muss gemeint sein) aus dem zweiten Jahrhundert stamme, so verstehen, dass damit die Zeit der Anfertigung des Exemplares, nicht die erste Entstehung des Werkes gemeint sei. Eine um diese Zeit für einen König von Pergamon angefertigte Copie dürfte immer eine verhältnissmässig gute gewesen sein, besser als die Dutzendcopien römischer Zeit, mit denen wir es gewöhnlich in unserem Antikenvorrathe zu thun haben. Und so wird denn die Entscheidung eine ziemlich schwierige werden, wenn, wie ich weiss, von sehr berufener Seite unsere Athena statt für eine gute Copie für ein Originalwerk des fünften Jahrhunderts erklärt wird. Die Frage entsteht gleicher Weise für beide nahe bei einander gefundene Statuen, mit der Athena auch für die zweite, welche man einer Hera ähnlich genannt hat. Hier möchte ich erwähnen, dass an der letzteren das technische Verfahren bei Einfügung des gesondert gearbeiteten linken Unterarms dasselbe ist, wie es als altattisch nachgewiesen wurde (Denkmäler des Inst. I, S. 9 zu Taf. 19. Wolters.) Dass aber an der Athena die Ausführung nicht auf der Höhe der Erfindung steht, ist ein Urtheil, in welchem mich auch ein für solche Abschätzung mehr als ich erfahrener Kunstkenner bestärkt.

Ausgegeben am 13. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1893.
XVIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

13. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

Hr. Schwarz las über die Integration einiger partieller Differentialgleichungen durch fortschreitende Annäherung, insbesondere mittelst des Grenzüberganges durch alternirendes Verfahren, unter besonderm Hinblick auf einige Untersuchungen, welche Hr. Émile Picard über diesen Gegenstand neuerdings veröffentlicht hat.

Über das Arbeiten mit dem in ein Polarisationsinstrument umgewandelten Polarisationsmikroskop und über eine dabei in Betracht kommende, vereinfachte Methode zur Bestimmung des Charakters der Doppelbrechung.

Von C. Klein.

(Vorgetragen am 9. Februar [s. oben S. 39].)

Als gegen Ende der sechsziger Jahre die Mineralogen mehr und mehr sich dem Studium der mikroskopischen Verhältnisse der Mineralien und Gesteine zuwandten, wurde es von einigen Forschern schwer empfunden, dass man kein Mittel besass, die Interferenzerscheinungen von Mineralien, so, wie sie mit Hülfe eines Nörrenberg'schen Polarisationsinstrumentes sich darstellen lassen, in Dünnschliffen mit dem mit Polarisationsvorrichtungen versehenen Mikroskope zur Erscheinung zu bringen.

Zwar glaubte 1872 Groth,[1] dass diesem Übelstande durch sein, damals neues Polarisationsinstrument abgeholfen werden könnte und eine darauf hin abzielende Bemerkung findet sich noch in einer seiner neuesten Schriften,[2] allein, wie man alsbald fand, hat sich doch der von Groth gemachte Vorschlag bei der Untersuchung von Mineralpartieen im Dünnschliff als nicht ausführbar erwiesen[3] und kam in Folge dessen nicht zur Anwendung. Es blieb vielmehr Alles beim Alten, und man nahm nach wie vor an, kein taugliches Mittel zu besitzen, um das erstrebte Ziel zu erreichen, — ein eigenes Verhältniss, da doch schon damals nahezu alle Forscher Instrumente unter

[1] Über Apparate und Beobachtungsmethoden für krystallographisch-optische Untersuchungen. Poggend. Annalen 1872 B. 144 S. 38 (Anmerkung).

[2] Physikalische Krystallographie 1885 S. 617.

[3] Es leuchtet ohne Weiteres ein, dass in richtigen Dünnschliffen, namentlich feinkörniger Gesteine, die einzelnen Mineraltheile viel zu dünn und auch viel zu klein sind, um sie nach der genannten Methode untersuchen zu können.

Händen hatten, mit denen sie die betreffenden Untersuchungen, ohne jede Umänderung an den Instrumenten vorzunehmen, hätten ausführen können.

Erst im Jahre 1878 trat eine Wandlung ein, indem durch die alsdann angegebenen Methoden der Umwandlung des Polarisationsmikroskops in ein Polarisationsinstrument ersteres zur Untersuchung der Mineralpartieen in Dünnschliffen bei Anwendung convergenten Lichtes eingerichtet wurde.

Wie bekannt hat von Lasaulx[1] die erste diesbezügliche Bekanntmachung veröffentlicht: er setzt auf den Polarisator Linsen zur Erzeugung stark convergenten Lichtes und entfernt aus dem Mikroskoptubus das Ocular, so dass das Interferenzbild nur vom Objectiv entworfen wird.

Danach kam Bertrand[2] und zeigte, wie man durch Einschieben einer achromatischen Linse zwischen Objectiv und Ocular das von ersterem entworfene Interferenzbild durch ein schwaches Mikroskop, bestehend aus der neu eingeschobenen Linse als Objectiv und dem früheren Ocular als damit jetzt verbundenem Ocular, betrachten könne. Das Verfahren setzt voraus, dass (durch Aufsetzen von Condensorlinsen) das den Polarisator verlassende Licht stark convergent sei. Zur Prüfung der Erscheinungen im parallelen polarisirten Lichte, zur Untersuchung einer besonderen Stelle etwa, wird empfohlen die Linse im Tubus zu heben und so mit schwacher Vergrösserung zu operiren. Bertrand macht mit Recht darauf aufmerksam (p. 97), dass die so disponirte Vorrichtung das Bild nicht umkehre.

Ich selbst hatte mich schon zwei Jahre vorher mit dem gleichen Probleme beschäftigt, war aber durch andere wissenschaftliche Arbeiten und den 1877 bewerkstelligten Umzug von Heidelberg nach Göttingen nicht in der Lage gewesen etwas darüber zu publiciren: so kam es, dass ich erst am 14. August 1878 der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen darüber Mittheilung machen konnte.[3] Nach meinem Verfahren braucht man an dem Mikroskop überhaupt nichts zu ändern. Das Einfallen convergenten Lichtes auf das Praeparat ist gut, aber nicht unbedingt nöthig. Man sieht das Interferenzbild sich über der Frontlinse des Oculars bilden und kann es direct oder mit einer Loupe beobachten.[4]

---

[1] N. Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1878 S. 377—378. — Die Veröffentlichung ist vom 7. März.

[2] De l'application du Microscope à l'étude de la Minéralogie. Bulletin de la Soc. Min. de France 1878 T. I. p. 22 u. f., sowie p. 96 u. 97. — Die beiden Veröffentlichungen sind vom 11. April und 14. November. — Vergl. auch 1880 T. III p. 97.

[3] Nachrichten von der k. Ges. der Wiss. zu Göttingen 1878 Nr. 14 S. 461.

[4] Dass ich vor von Lasaulx und Bertrand und zwar schon 1876 die in Rede stehende Methode kannte, hat mir mein ehemaliger Heidelberger College, Prof. Cohen,

Die Vortheile und Nachtheile der drei genannten Methoden wog Laspeyres 1880[1] in richtiger Weise gegen einander ab[2] und machte namentlich geltend, dass die von von Lasaulx und von mir die schärfsten Interferenzbilder, allerdings bei Verlust des Fadenkreuzes, ergäben, wogegen dieses letztere bei der Methode von Bertrand erhalten bleibe und hier vergrösserte und in Folge dessen lichtschwächere Interferenzbilder gewonnen würden.

Laspeyres verbindet bei seinem Mikroskop die Bertrand'sche Linse insofern fest mit dem Ocular, als beide gleichzeitig hebbar oder senkbar sind und schlägt ferner vor, zur Vergrösserung der Bilder bei der von Lasaulx'schen Methode die auf und ab bewegliche Bertrand'sche Linse allein zu verwenden.[3] — Beherzigenswerth sind auch seine Bemerkungen über das Notiren der genauen Lage der zu untersuchenden Platte zum Krystall und über die bekannte Bildumdrehung im Mikroskop und Nichtumdrehung des Interferenzbildes im Polarisationsapparat.[4]

Die eben erwähnten Hülfsmittel zur Untersuchung der Mineralpartieen in Dünnschliffen wurden dadurch in's Leben eingeführt, dass,

---

dem ich sie mittheilte, in seinem Werke: Zusammenstellung petrographischer Untersuchungsmethoden 1884 S. 12 Anm. 1 bestätigt, und ich habe mich auf diese Bestätigung in meiner Prorectoratsrede, Göttingen 1886 S. 27 bezogen. Ich will und kann selbstverständlich damit nicht die Priorität reclamiren, möchte aber für mich die Thatsache der unabhängigen Entdeckung gewahrt sehen. Ich thue dies aus zwei Gründen, ein Mal, weil in neuerer Zeit, wie es scheint nicht ohne Absicht, wiederholt mein Name verschwiegen wird, während von Lasaulx und Bertrand genannt werden, das andere Mal, weil auch in der seit jener Zeit in neuer Auflage erschienenen Mikr. Phys. der petr. wichtigen Mineralien von H. Rosenbusch 1892 S. 5 (woselbst noch ferner Hawes als Mitentdecker der Methode angegeben wird, von welcher Unterart derselben wird nicht angeführt) immer noch wie in der vorhergehenden Auflage gesagt ist, es sei durch die Genannten »ziemlich gleichzeitig und nahezu unabhängig von einander« gezeigt worden, wie man sich des Mikroskops bei Beobachtungen im convergenten polarisirten Lichte bedienen könne. — Da dieser Ausspruch eine verschiedene Deutung zulässt, so möchte ich durch obige Darlegung constatiren, dass ich vor den Anderen und absolut unabhängig von ihnen meine Methode gefunden habe.

[1] Mineralogische Bemerkungen VII. Zeitschrift für Krystallographie 1880 Bd. IV S. 460 u. f.

[2] Im Gegensatz hierzu findet man in der neueren Litteratur Bemerkungen, die von einer geringen Kenntniss der einschlägigen Verhältnisse zeugen. So schreibt Lehmann, Molecularphysik 1888 I S. 20: »Von den verschiedenen Methoden hat sich die Bertrand'sche als die zweckmässigste erwiesen und wurde desshalb von den Mechanikern meist adoptirt.« — Hierbei ist ein Mal übersehen, dass nur die Bertrand'sche Methode mechanische Änderungen erfordert und mit ihr die anderen gegeben sind und fernerhin, dass genannte Methode und die anderen in ganz besonderen Fällen ihre Vorzüge haben und die eine die andere nicht ersetzen kann.

[3] Über eine Verwendung dieser Methode bei einfacher construirten Mikroskopen vergl. Nachrichten von der k. Ges. der Wiss. zu Göttingen 1884 S. 438 Anm. 2 und N. Jahrb. für Mineralogie u. s. w. 1885, Beilageband III, S. 543.

[4] A. a. O. S. 442.

abgesehen von Hartnack, von dem Laspeyres sein Instrument verfertigen liess, in der Hauptsache von Nachet[1] in Paris, Voigt und Hochgesang[2] in Göttingen, Zeiss in Jena und R. Fuess[3] in Berlin Constructionen ersonnen wurden, die, die eine immer auf der andern fortbauend und sie verbessernd, schliesslich das zu Tage gefördert haben, was heute allgemein als am praktischsten gilt.

---

[1] Vergl. z. B. Fouqué et Lévy, Minéralogie micrographique 1879 p. 27, woselbst ein Nachet'sches Mikroskop abgebildet ist.

[2] Vergl. C. Klein, Optische Studien am Leucit, Nachr. v. d. kön. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen 1884 S. 436 u. f., sowie N. Jahrb. f. Mineralog. u. s. w. 1885, Beilageband III, S. 540 u. f. — In diesen Mittheilungen habe ich unter Benutzung der Bertrand'schen Angaben und Kritik der Nachet'schen Ausführungen Vorschläge für die Construction eines neuen Mikroskops gemacht und ein solches durch Hrn. Voigt ausführen lassen. Wesentlich war es mir damals zunächst darum zu thun, neben einem grossen drehbaren Tisch, einen vorne freien, in bedeutenden Abständen orientirt heb- und senkbaren Tubus zu gewinnen, so dass Untersuchungen mit sehr schwachen und sehr starken Objectiven vorgenommen werden konnten. Eine solche Tubusconstruction ward zu jener Zeit von den renommirteren deutschen Firmen ebenso wenig als von Hrn. Nachet ausgeführt.

Diesem Tubus wurden die Bertrand'schen Vorrichtungen eingefügt und es hatte damals die Bertrand'sche Linse, um mit ihr nach den Angaben Bertrand's operiren zu können (vergl. S. 222) eine vom Ocular unabhängige Bewegung. Da hierdurch wieder andere Nachtheile erwuchsen und man die erwähnte mikroskopische Beobachtung nach Bertrand auch durch Heben des Gesammttubus des umgewandelten Instrumentes erreichen kann, so ist jene gesonderte Bewegung bei den neueren Instrumenten aufgegeben worden. Wie oben erwähnt, wandte sie auch Laspeyres bei seinem durch Hartnack construirten Mikroskope nicht mehr an.

[3] Vergl. R. Fuess, Über Mikroskope für krystallographische und petrographische Untersuchungen. N. Jahrb. für Min. u. s. w. 1891, Beilageband VII, S. 55 u. f.

In dieser Arbeit ist R. Fuess bestrebt gewesen »die bewährtesten Einrichtungen verschiedener Constructionen in einem neuen Instrumente zu vereinigen« und ausserdem zahlreiche Verbesserungen selbst noch anzubringen. Dieselben sind theils von ihm ausgegangen, theils nach dem Vorgange von Abbe, Bertrand, Liebisch, Mallard, Michel-Levy, Sorby u. A. dem Instrumente hinzugefügt, so dass dasselbe jetzt das Vollkommenste leistet, was zur Zeit zu leisten ist.

Ich gestatte mir zu der Fuess'schen Arbeit nur zu bemerken, dass ich es nicht gerechtfertigt finde, wenn von der Bertrand'schen Linse als dem Amici'schen Hülfsobjectiv (a. a. O. S. 62) gesprochen wird und zwar aus folgenden Gründen.

Nach Jamin, Cours de Physique 1869 T. III p. 628, fig. 827; 1887 T. III p. 467, fig. 167, vergl. auch E. Verdet, Leçons sur la Polarisation chromatique, redigées par E. Mascart (ohne Jahresangabe) p. 52 und E. Verdet, Leçons d'optique physique publiées par A. Levistal 1870 T. II p. 145, fig. 20, sowie Liebisch, Physikalische Krystallographie 1891 S. 453 u. f., war schon vor Bertrand die von demselben angewandte Linsencombination bei den Amici'schen Polarisationsinstrumenten bekannt.

Allein der Zweck, der bei der Zusammenstellung der ganzen Combination bei Bertrand leitet, ist doch ein verschiedener gegenüber dem, der die Amici'sche Construction bedingt. Amici (Annales de Chimie et de Physique 1844, 3 sér. T. 12 p. 116; Pogg. Annalen 1845 Bd. 64 S. 474, vergl. auch Babinet, Comptes rendus 1864 T. 9 p. 36) besitzt ein Polarisationsinstrument, bestehend, was die Linsencombination im Tubus anlangt, aus Objectiv und Ocular, schiebt, am Ende einer Röhre befindlich, ein schärferes Objectiv vor das bereits vorhandene vor, und bezweckt damit die stark di-

Wie schon Laspeyres zutreffend hervorhebt (a. a. O. S. 460), werden die drei Methoden der Umwandlung des Polarisationsmikroskops in ein Polarisationsinstrument verschiedener Anwendung fähig sein.

Die Bertrand'sche, welche unter Umständen (Wechsel der Ocularvergrösserung) die grössten, aber dann auch lichtschwächsten Bilder liefert, wird am meisten da in Betracht kommen, wo es sich darum handelt, genaue Messungen auszuführen; die Methoden nach von Lasaulx und nach mir werden ihre Hauptanwendung bei sehr dünnen, schwach doppelbrechenden Objecten finden. Und zwar wird in dieser Hinsicht die von Lasaulx'sche Methode am meisten leisten.

Um aber auch meine Methode, die in dieser Beziehung die Mitte zwischen den Methoden von von Lasaulx und Bertrand einnimmt, heranziehen zu können, schlägt A. Lacroix 1893,[1] allerdings ohne mich dabei zu nennen, folgendes Verfahren vor:

»On sait qu'il est possible d'observer très nettement les images d'interference de la lumière convergente sans recourir à la lentille Bertrand, en plaçant une loupe à une distance convenable au dessus de l'oculaire d'un microscope à lumière parallèle. J'ai fait construire par M. Nachet un oculaire tel que l'on peut remplacer la loupe dont il vient d'être question par la lentille supérieure de son oculaire N° 1.

Il suffit alors d'enlever la lentille inférieure de l'oculaire à réticule mobile, servant aux mesures ordinaires, et de visser cet appareil ainsi modifié sur mon nouvel oculaire. Les images que l'on obtient avec ce dispositif sont plus grandes qu'avec celui de von Lasaulx, plus petites et plus nettes qu'avec celui de M. Bertrand. On peut ainsi bénéficier des avantages des deux méthodes.«

Da Hr. Lacroix nicht zu wissen scheint, von wem die Methode herrührt, die er zu verbessern unternommen hat, so füge ich, auch zur Vermeidung von späteren Missverständnissen, hinzu, dass, nachdem ich dieselbe, wie im Eingang erwähnt, 1876 gefunden, im Jahre 1884 Hr. Émile Bertrand dieselbe ebenfalls ohne meine Autorschaft zu kennen wiederum gefunden hat. In einer Notiz: »Sur l'éxamen microscopique des roches en lumière polarisée convergente«,

vergirenden Strahlen, die die Krystallplatte verlassen, aufnehmen zu können. Bertrand hat ein Mikroskop vor sich, das in ein Polarisationsinstrument umgewandelt werden soll und schiebt zu diesem Ende seine Linse zwischen Objectiv und Ocular ein. Wenn er damit auch dasselbe erreicht, was Amici erlangt hat, so geht er doch von verschiedenem Standpunkt aus und jedenfalls mit einem anderen Instrumententheil vor. — Die Amici'sche Vorrichtung war lange bekannt und Niemand wusste sie auf das Mikroskop anzuwenden. Erst Bertrand kam auf diesen glücklichen Gedanken. Man sollte daher auch seiner Einschieblinse füglich den Namen der Bertrand'schen Linse lassen.

[1] Minéralogie de la France et des ses colonies, 1893 p. XV—XVI.

die am 16. December 1884 gedruckt wurde, nachher aber, auf meine Reclamation hin, nicht weitere Verbreitung fand, schreibt Hr. Bertrand nach Besprechung seiner und der von Lasaulx'schen Methode:

»Il est dans tous les cas plus simple d'employer la méthode que je vais indiquer.

On peut voir les courbes d'interférence, sans enlever l'oculaire, et en ne changeant rien à la disposition du microscope; il suffit d'examiner avec une loupe tenue à la main, ou fixée sur un tube à une distance convenable, l'anneau oculaire ou cercle de Ramsden, qui vient se former au dessus de l'oculaire. On voit alors les courbes d'interférence bien nettes et suffisament grossies. Leur image vient se former un peu au dessus de l'anneau oculaire.«

Ich gehe nach dieser Klarstellung nun dazu über meinerseits anzugeben, wie man in bequemer Weise und unter Erhaltung des Fadenkreuzes nach meiner Methode das Interferenzbild sehen kann.

Jedes bessere Mikroskop ist mit den Ocularen Huyghens'scher Construction 1, 2, 3 versehen. Man hat nur nöthig, Ocular 1 in den Tubus einzuschalten und 2 darauf zu setzen, oder dies mit 3 zu thun oder aber die Combination 2 (im Tubus) und 3 (daraufgesetzt) zu verwenden, um sofort bei Einfallen convergenten polarisirten Lichts auf die Platte, Vorhandensein eines starken Objectivsystems und Analysators die Interferenzerscheinungen schön, deutlich und lichtstark zu sehen, ganz in der Weise wie es Lacroix nach seiner, aber umständlicheren Art beschreibt.

Diese neue Methode erfordert also gar keine weitere Vorbereitung. Man muss nur, wenn man Werth darauf legt, das Fadenkreuz centrisch zu haben, sich eine orientirt aufzusetzende Stülpe für das zweite Ocular machen lassen und auf diese selbst wieder das Nicol setzen, wenn es nicht in der Röhre angebracht ist. — Die neueren Instrumente von Fuess eignen sich ohne alle weiteren Umstände zu der Darstellung des Axenaustritts auf diese Weise, bei den von Voigt und Hochgesang construirten müssen die Oculare etwas umgeändert werden. Ich habe Hrn. Brunnée in Göttingen hierzu veranlasst, da nunmehr die von demselben gelieferten kleineren Instrumente genannte Vorrichtung an Stelle der früheren, vergl. S. 223 Anmerkung 3, bekommen sollen; erstere wird bis zu einem gewissen Grade die Bertrand'sche zu ersetzen geeignet sein.

Hält man fest, dass bei Untersuchung feinerer Details im parallelen sowohl, als im convergenten, polarisirten Lichte die Lage der zu untersuchenden Platte gegen den Krystall hin, aus dem sie genommen wurde, genau bekannt sein muss, so wird es nützlich sein, sich folgender Tabelle zu bedienen, um in der Deutung der Lage

der Erscheinungen nicht irre zu gehen und zu wissen, von welchen Flächentheilen die betreffenden Interferenzbilder stammen,[1] wie das namentlich bei der Untersuchung orientirter Dünnschliffe wichtig wird.

Art der Untersuchung	Lage des Bildes gegen das Object	Lage des Interferenzbildes gegen das Object	Lage des Interferenzbildes gegen das Bild	Lage des Bildes bei gehobenem Tubus gegen das Object
Mikroskop ohne Polarisationsvorrichtung	Verwendet	—	—	—
NÖRRENBERG'sches Polarisationsinstrument	—	Parallel	Verwendet	Verwendet
Umgewandeltes Polarisationsmikroskop. Methode nach VON LASAULX	—	Parallel	Verwendet	Verwendet
Methoden nach KLEIN	—	Verwendet	Parallel	Parallel
Methode nach BERTRAND	—	Verwendet	Parallel	Parallel

Wie bekannt, ist es bei mineralogisch-petrographischen Untersuchungen von grösstem Interesse, den Charakter der Doppelbrechung der betreffenden Mineralien zu bestimmen.

Bald nachdem BIOT[2] im Jahre 1814 am Quarz und Beryll entdeckt hatte, dass dieselben einander entgegengesetzte polarisirende Wirkungen ausüben, Eigenschaften, die er im Nachtrag zu seiner Arbeit (p. 28)

[1] Hierbei ist an die Stelle der von BERTRAND vorgeschlagenen Methode, die BERTRAND'sche Linse zu heben, die getreten, vermöge deren man bei gehobenem Tubus das Bild des Objects schwach vergrössert sieht.

[2] BIOT, Sur la decouverte d'une propriété nouvelle dont jouissent les forces polarisantes de certains cristaux. (Lu à l'Institut le 25 avril 1814.) Mém. de la Classe des sciences mathém. et physiq. de l'Institut impérial de France. Année 1812. Paris 1814 p. 19; sowie Addition au Mémoire: Sur les deux genres de polarisation exercés par les cristaux doués de la double réfraction. (Lu à l'Institut le lundi 15 mai 1814.)

als *polarisation quartzeuse* und *polarisation béryllée* unterschied, wies er nach, dass andere Mineralien sich ebenfalls diesen Gruppen einreihen lassen und zu der des Berylls z. B. der Kalkspath gehört.

In einer Note zu der letztgenannten Arbeit wird endlich dargethan, dass die Doppelbrechung in diesen Krystallen verschieden geartet sei (p. 30) und die Bezeichnungen attractiv und repulsiv eingeführt.[1] Benennungen, die Brewster[2] 1818 durch positiv und negativ ersetzte.

Wenn nun auch Biot alsbald lehrte,[3] wie die Art der Doppelbrechung mit der Methode der prismatischen Ablenkung zu bestimmen sei und z. B. zeigte, dass im Kalkspath, wenn ein Prisma zur Verwendung kam, dessen brechende Kante parallel der Hauptaxe gelegen war, das abgelenktere Bild parallel der Hauptaxe und das weniger abgelenkte senkrecht zu derselben polarisirt sei, so waren doch manche Körper nicht auf diese Weise zu untersuchen und das Bedürfniss, andere Methoden zu besitzen, gab sich alsbald kund.

Wir werden uns bei der Betrachtung derselben nur auf optische Hülfsmittel beschränken[4] und aus der Reihe derselben wiederum nur die einfachsten betrachten, also z. B. die, welche gewonnen werden, wenn man spectroskopische Untersuchung der Interferenzfarben vornimmt, ausschliessen.

Die wichtigsten der optischen Hülfsmittel, welche dann übrig bleiben, lassen sich eintheilen in solche, die bei Anwendung convergenten, polarisirten Lichtes in Betracht kommen und solche, die zur Untersuchung im parallelen, polarisirten Lichte dienen. Bei allen Untersuchungsmethoden kommt es darauf an zu sehen, ob Interferenzcurven sich verengen, oder in bestimmter charakteristischer Weise umformen, Farben steigen, wodurch die gleiche Orientirung der zu untersuchenden Platte mit der nach ihren Elasticitätsrichtungen bekannten Probeplatte erhellt, oder ob das Umgekehrte stattfindet, wodurch der entgegengesetzte Charakter hervorgeht.

[1] Vergl. auch ebendaselbst Années 1813. 1814. 1815. Paris 1818 p. 232 u. 233.

[2] David Brewster, On the laws of polarisation and double refraction in regularly crystallised bodies. Philosoph. Transactions of the Royal Society of London. 1818 I p. 219.

[3] Biot, Sur la nature des forces qui partagent les rayons lumineux dans les cristaux doués de la double réfraction. (Lu à l'Institut le 26 décembre 1814.) Mémoire de la Classe des sciences mathém. et physiq. de l'Institut de France. Années 1813. 1814. 1815. Paris 1818 p. 221.

[4] Wegen anderer Methoden vergl. Moigno, Répertoire d'optique moderne 1850. T. IV p. 1592 u. f. Eine sehr gute Zusammenstellung der hauptsächlichsten optischen Hülfsmittel für diese Zwecke, weil vollständiger als in den meisten physikalischen und mineralogischen Lehrbüchern, findet man bei G. Valentin, Die Untersuchungen der Pflanzen- und der Thiergewebe im polarisirten Lichte. 1861.

I. Hülfsmittel zur Bestimmung des Charakters der Doppelbrechung im convergenten polarisirten Lichte.

Es wird vorausgesetzt, dass von den optisch einaxigen Krystallen eine Platte senkrecht zur optischen Axe (bez. derselben parallel) geschnitten vorliege und von den zweiaxigen eine solche senkrecht zur ersten Mittellinie (bez. parallel einem Hauptschnitt) genommen sei. Hat man grössere Krystalle oder Bruchstücke derselben zur Verfügung, so können dieselben auch in bekannter Weise in Medien ähnlicher Brechbarkeit untersucht werden.

1. Vergleich mit einer Platte, senkrecht zur optischen Axe (oder senkrecht zur ersten Mittellinie) von bestimmtem optischen Charakter.

Das Verfahren rührt von Brewster her[1] und kommt darauf hinaus Ringverengung bei gleichem, Ringerweiterung bei entgegengesetztem Charakter der beiden Platten zu beobachten.[2] Es ist praktisch bei den einaxigen Krystallen besser anzuwenden als bei den zweiaxigen.[3] Seine Anwendung stösst öfters auf Hindernisse, namentlich bei kleinen Praeparaten.

2. Anwendung der Biot'schen Compensationsplatte und in weiterer Folge der aus derselben entwickelten Quarzplatte senkrecht zur Axe.

Biot zeigte im Jahre 1813,[4] dass zwei Platten, die einzeln keine glatten Farben in der Hellstellung geben, diese dann hervortreten lassen, wenn ihre gleichnamigen Richtungen gekreuzt werden und

[1] Brewster a. a. O. 215 weist nach, dass Biot, Traité de Physique 1816. T. IV p. 497—498, theoretisch das Verfahren entwickelt, aber nicht praktisch ausgeführt habe. — Brewster führt es mit Platten gleichen Charakters: Kalkspath und Beryll und mit solchen entgegengesetzten Charakters: Kalkspath und Zirkon, aus (p. 216). Er beobachtet ferner (p. 217), dass, wenn Platten entgegengesetzten optischen Charakters und gleicher Stärke der Wirkung combinirt werden, ein vollständiges Verschwinden der Ringe und ein Aufheben der Doppelbrechung statt hat, — ein Umstand, der zur Erklärung gewisser Apophyllitringe, wie bekannt, zu benutzen und von grosser Wichtigkeit ist. — Das Brewster'sche Verfahren ist im Laufe der Zeit in Anwendung geblieben und in die Lehr- und Handbücher übergegangen.

[2] Über gewisse, dabei in Betracht kommende Vorsichtsmaassregeln und Verbesserungen (Verwendung einer einaxigen Platte, keilförmig zur Axe geschnitten) vergl. Mascart, Traité d'optique 1891. T. II p. 164, auch wohl Verdet, Leçons sur la polarisation chromatique, redigées par Mascart. — Ohne Jahresangabe — p. 56 u. 57.

[3] Für zweiaxige Krystalle wird es u. A. empfohlen von Mascart, 1891. a. a. O. p. 165.

[4] Biot, Mémoire sur une nouvelle application de la Théorie des Oscillations de la lumière. (Lu à l'Institut le 27 décembre 1813.) Mémoire de la Classe des sciences

die Plattendicke verschieden ist. Dieser wichtige Versuch, der als Grundlage für die hauptsächlichsten, im parallelen polarisirten Lichte vorzunehmenden Bestimmungen des Charakters der Doppelbrechung dient, hat Veranlassung gegeben, das Kreuzen gleichnamiger Richtungen auch auf die Untersuchungen im convergenten Lichte auszudehnen und das dabei zu beobachtende Entstehen, bez. die Veränderungen der Interferenzerscheinungen und der Farbentöne zur Bestimmung des Charakters der Doppelbrechung zu verwerthen.

Eine Anwendung solcher Art findet man u. A. bei Jamin,[1] der eine dünne Platte aus einem einaxigen positiven Krystall, parallel der c-Axe geschnitten, anwendet, um durch Drehen derselben parallel, bez. senkrecht zur c-Axe, über einem senkrecht zur c-Axe geschnittenen einaxigen Krystall im convergenten, polarisirten Lichte, in dessen Interferenzcurvensystem Ringerweiterung oder Verengung zu studiren und daraus den Charakter der Doppelbrechung abzuleiten. — Das Verfahren lässt sich auch, wie bekannt, auf einaxige Krystalle parallel der Axe und auf zweiaxige parallel einem Hauptschnitt ausdehnen. — Wie es scheint, haben Grailich[2] und Nörrenberg[3] gleichzeitig und unabhängig von einander den ferneren Schritt gethan, an Stelle einer Platte, parallel der Axe eines einaxigen Krystalls, die Quarzplatte senkrecht zur Axe zur Bestimmung des Charakters der Doppelbrechung, besonders bei zweiaxigen Krystallen senkrecht zur ersten Mittellinie geschnitten, zu verwerthen.

Das Verfahren besteht, wie bekannt, in Folgendem. Man bringt die zu untersuchende Krystallplatte in die diagonale Stellung und dreht die Quarzplatte in dem Raume zwischen Analysator und Instrument ein Mal um eine Axe, senkrecht zur Verbindungslinie der optischen Axen, das andere Mal dazu parallel. Entstehen bei der ersten Drehung,

---

mathém. et phys. Année 1812. Seconde Partie p. 5 u. f. Paris 1816, ferner Traité de Physique 1816. T. IV p. 418 u. f., Lehrbuch der Experimentalphysik, deutsch von Fechner, 1829. Bd. V p. 179 u. f. — Das Jahr 1813 für Biot's Entdeckung ist auch zu entnehmen aus dem Berichte von Brewster 1818 a. a. O. p. 220 Anmerkung. — Vergl. ferner Optics 1835 p. 191 u. f. — Biller, Traité d'optique physique 1858. T. I p. 352.

[1] Jamin-Bouty, Cours de Physique 1887. T. III p. 483 fig. 178.

[2] Grailich, Krystallographisch-optische Untersuchungen 1858 S. 44 u. f. entwickelt die Methode und betrachtet sie als eine Erweiterung dessen, was Biot angab.

[3] Bertin, Annales de Chimie et de Physique 1863. 3e série T. LXIX p. 93 bezeichnet die Methode als »de Mr. Biot, que Mr. de Nörrenberg a modifié de la manière suivante«. Er gibt dann an, dass Nörrenberg ihm bei einem Besuche in Stuttgart sein Polarisationsinstrument und verschiedene Operationen damit, unter anderen auch obige Methode, gezeigt habe. Dieselbe ist wie bei Grailich geschildert, doch scheint die Gedächtnissregel mit dem + und — Zeichen von Nörrenberg zu stammen. — Vergl. auch Bertin, Note sur la détermination du signe des cristaux, ebendas. 1868. 4e série T. XIII p. 255. Die Methode findet sich ausserdem in zahlreichen physikalischen und mineralogischen Lehrbüchern erwähnt.

bei der die Drehaxe zu der Verbindungslinie der optischen Axen ein + Zeichen macht, in der Mitte des Gesichtsfeldes Curven, so wirkt die Quarzplatte verdünnend und der Krystall ist positiv, kommen dieselben Erscheinungen bei einer Drehung parallel der Verbindungslinie der optischen Axen zu Stande, wird ein — Zeichen gebildet, so wirkt die Quarzplatte alsdann ebenfalls verdünnend und der Krystall ist negativ.[1]

Das Verfahren kann auch bei einaxigen Krystallen, parallel der Axe geschnitten, in entsprechender Weise angewandt werden.

Bertin 1868 a. a. O. p. 255 gibt der Methode vor der mit dem compensirenden Quarzkeil den Vorzug; ich muss mit Valentin a. a. O. S. 146 sagen, dass mich das Verfahren nicht in allen Fällen mit Sicherheit leitete.

3. Anwendung des Biot'schen compensirenden Quarz- bez. Gypskeils.

Nach dem Vorgang von Biot[2] hat man den Keil bis jetzt vorzugsweise auf zweiaxige Mineralien, senkrecht zur ersten Mittellinie geschnitten, angewandt;[3] ich werde später zeigen, dass man ihn auch bei einaxigen Körpern, senkrecht zur Axe c geschliffen, mit grösstem Vortheil benutzen kann.

Der Keil ist, wenn das Material Quarz ist, mit der einen Fläche parallel der Axe genommen, besteht er aus Gyps, so ist diese Fläche parallel der besten Spaltbarkeit. Die sonstige Orientirung ist verschieden und diese Verschiedenheit gereicht der Vorrichtung nicht zur Empfehlung, vergl. z. B. Bertin 1868 a. a. O. p. 254 und 255. Aus später zu entwickelnden Gründen sollte aber ein jeder Keil so gefertigt sein, dass seine Schneide parallel der Axe der

---

[1] In der Ebene der zu untersuchenden Platte liegen im ersten Falle mittlere (für die Plattenebene kleinere) und grösste (für die Plattenebene grössere) Elasticitätsaxe. Die Drehaxe der Quarzplatte (grössere Elasticitätsaxe) fällt mit ersterer Richtung zusammen, die Hauptaxe der Quarzplatte (kleinere Elasticitätsaxe) wird gegen die grössere der Plattenebene geneigt; gleichnamige Richtungen sind also gekreuzt und die Wirkung kommt einer Verdünnung gleich. — Für den zweiten Fall gelten entsprechende Überlegungen.

[2] Biot 1829 a. a. O. p. 182. — Die Methode hat sich einer ganz allgemeinen Verbreitung erfreut.

[3] Jamin, Cours de Physique 1887. T. III p. 483, wendet zwar auch schon zu der Untersuchung einaxiger Krystalle, senkrecht zur Axe geschnitten, einen Keil an, Fig. 177, dessen eine Fläche parallel der Axe ist und dessen Schneide die gleiche Orientirung hat; er beobachtet aber mit diesem Keil beim Schieben über die Krystallplatte hin nur Ringerweiterung, bez. Ringverengung und hat daher die ganze Mannigfaltigkeit der auszuführenden Operationen nicht erkannt.

kleineren und seine lange Erstreckung parallel der Axe der grösseren Elasticität in der Plattenebene ist. Zwischen die gekreuzten Nicols des Instrumentes ist der Keil unter 45° einzuführen.

Die Wirkung des Keils ist nach Biot ganz der der compensirenden Quarzplatte vergleichbar: es entstehen durch Verdünnung Interferenzcurven und dieselben verbreitern sich, falls sie vorhanden waren, wenn ungleichnamige Elasticitätsaxen in der Platte und dem Keil gekreuzt sind. Über alle weiteren Details soll später berichtet werden.

4. Anwendung verzögernder Gyps- oder Glimmerblättchen.

Dieselben bewirken, da wo sie verwandt werden, sei es bei einaxigen oder zweiaxigen Krystallen, wenn gleichnamige Elasticitätsaxen zusammen fallen, Steigen der Farben und entsprechende Gestaltung der Interferenzfiguren; wenn ungleichnamige Elasticitätsaxen coincidiren, findet das Gegentheil statt.

Bei gewisser Blättchendicke, nämlich von $>0\lambda$ bis $4/8\lambda$, sind nun die Veränderungen der Interferenzfiguren charakteristischer als die Farbenveränderungen, bei anderer Dicke, $4/8\lambda$ bis λ und höheren Werthen von λ, ist wieder die Farbenveränderung das mehr in die Augen Fallende; so kommt es, dass man die jeweiligen Begleiterscheinungen öfters übersehen hat. Es ist aber festzuhalten, dass beide stets zusammen vorkommen.[1]

Dass dünne Blättchen von Gyps oder Glimmer überhaupt Farben geben, wenn sie zwischen gekreuzten Polarisationsebenen in der Hellstellung betrachtet waren, haben im Jahre 1811 Arago[2] und unabhängig davon im Jahre 1812 Brewster[3] gefunden.

a. Anwendung von Gyps- oder Glimmerblättchen von der Dicke von $>0\lambda$ an bis zu $4/8\lambda$.

Unter diesen Blättchen beansprucht das sogenannte Viertelundulationsglimmerblättchen die erste Stelle. Dasselbe und seine Anwendung werden in der Litteratur gewöhnlich mit Dove in Verbindung

[1] G. Valentin, Die Untersuchung der Pflanzen- und der Thiergewebe im polarisirten Lichte 1861 S. 153, betont im §. 219 das Verhältniss völlig zutreffend.

[2] F. Arago, Sur une modification remarquable qu'éprouvent les rayons lumineux dans leur passage à travers certains corps diaphanes. Mém. de la Classe des sciences math. et phys. de l'Inst. imp. de France. Année 1811. Tome XII. 1812 p. 93.

[3] D. Brewster 1818 a. a. O. p. 202 u. f.

gebracht. Dies geschieht zum Theil mit Unrecht, denn, wie auch aus den Mittheilungen Dove's ersichtlich ist, gebührt die Priorität der Entdeckung Airy, der 1832[1] nicht nur kennen lehrte, dass man durch Blättchen von $^1/_4$, $^3/_4$, $^5/_4\lambda$, wenn in passender Stellung zwischen die gekreuzten Nicols gebracht, das Licht circular polarisiren könne, sondern schon 1831[2] die Wirkung circular polarisirten Lichts auf Kalkspath- und Quarzplatten, senkrecht zur Axe c geschnitten, mitgetheilt und mathematisch behandelt hatte. H. W. Dove hat dagegen das Verdienst, gestützt auf die Angaben Airy's, gezeigt zu haben, wie man das $^1/_4\lambda$-Blättchen als ein Unterscheidungsmittel positiver und negativer ein- und zweiaxiger Krystalle verwenden könne.[3] Die bei dieser Unterscheidung gewöhnlich angewandte Regel, dass die zwei dunkelen Flecke mit der Spur der Ebene der Axen im Glimmer ein + oder — Zeichen bilden, rührt von Nörrenberg her.[4]

Die Untersuchung der Krystalle im elliptisch polarisirten Lichte kommt auch bei Dove vor, wird aber nur kurz erwähnt.[5]

Im Allgemeinen scheinen Blättchen anderer Dicke, zwischen $> 0\lambda$ und $^4/_8\lambda$ liegend, selten verwandt worden zu sein, doch werden einige Fälle in der Litteratur erwähnt.

So spricht Sémarmont 1851[6] von der Anwendung eines $^1/_2\lambda$-Blättchens. Des-Cloizeaux empfiehlt 1864[7] bei schwach doppelbrechenden Körpern, bei denen ein $^1/_4\lambda$-Blättchen keine deutlichen Erscheinungen

---

[1] G. B. Airy, Über einen neuen Lichtzerleger und seinen Gebrauch bei Polarisationsversuchen. Poggend. Annalen 1832 Bd. 26 S. 140 u. f. Hier wird S. 146 das $^1/_4\lambda$-Blättchen, neben solchen von $^3/_4\lambda$ und $^5/_4\lambda$, angegeben und auf ein- und zweiaxige Krystalle angewandt.

[2] G. B. Airy, Über die Natur des Lichts in den beiden durch die Doppelbrechung des Bergkrystalls hervorgebrachten Strahlen. Pogg. Annalen 1831 Bd. 23 S. 204 u. f. Airy wendet hier noch zur Erzeugung circularpolarisirten Lichtes das Fresnel'sche Parallelepiped an, zeigt aber mit Hülfe desselben am Kalkspath (Taf. II. Fig. 4) das, was wir heute mit der $^1/_4\lambda$-Platte hervorbringen. — Überhaupt ist die ganze Abhandlung von grösstem Interesse; für uns wird namentlich noch die Darstellung der sogenannten Achterfigur (Taf. II Fig. 5) wichtig, die erhalten wird, wenn bei gekreuzten Nicols und zwischen denselben befindlicher Kalkspathplatte das Fresnel'sche Parallelepiped gedreht wird, die circulare Polarisation also in elliptische übergeht.

[3] H. W. Dove, Über den Unterschied positiver und negativer einaxiger Krystalle bei circularer und bei elliptischer Polarisation. Pogg. Ann. 1837 Bd. 40 S. 457 u. f. — Vergl. auch Darstellung der Farbenlehre und optische Studien 1853 S. 242 u. f.

[4] A. Bertin 1863 a. a. O. p. 93, Bertin 1868 a. a. O. p. 246, 251. — In dieser Abhandlung ist auch richtig dargestellt, welchen Antheil Airy und Dove an der Entdeckung und Anwendung der Methode haben.

[5] A. a. O. 1837 S. 460 u. 461; a. a. O. 1853 S. 244 u. 245.

[6] H. de Sénarmont, Recherches sur les propriétés optiques biréfringentes des corps isomorphes. Annales de Chimie et de Physique 1851. 3e série T. XXXIII p. 7 (Sep.-Abdr.).

[7] A. des-Cloizeaux, Mémoire sur l'emploi du microscope polarisant 1864 p. 29.

gibt, die Anwendung dünnerer Blättchen, um die mit dem $^1/_4\lambda$-Blättchen nicht deutlich genug gewordenen Erscheinungen deutlicher zu machen.

Die directe Anwendung eines $^1/_8\lambda$-Blättchens unter dem Analysator angebracht, mit seiner kleineren Elasticitätsaxe unter 45° zu den gekreuzten Nicols gestellt und von vorn links nach hinten rechts verlaufend, scheint nirgends versucht worden zu sein,[1] wenngleich eine demselben entsprechende Wirkung seit lange bekannt ist und erst noch neuerdings durch Bertin 1881 hervorgehoben und ein Verfahren zur Erkennung positiver und negativer Krystalle, was sich darauf gründet, empfohlen wurde.[2]

Bei der Wichtigkeit der Sache scheint es angezeigt, auf die historische Entwickelung etwas näher einzugehen.

Brewster fand 1831,[3] dass das von einer Stahlplatte reflectirte Licht geeignet war, die Interferenzfigur des Kalkspaths zu verändern und spricht sich (a. a. O. S. 225, Taf. II Fig. 2) dahin aus: »Das System von Ringen ist fast genau eben so verändert, wie wenn ein dünnes Krystallblättchen, welches das Blassblau der ersten Ordnung polarisirt, das System gekreuzt hätte.«

War die erzeugte Interferenzfigur auch noch nicht die vollständige Achtercurve, so trat sie schon deutlicher bei Airy 1831 a. a. O. Taf. II Fig. 4 hervor.[4]

H. W. Dove 1835 S. 594[5] fand die betreffende Figur, von der ausgesagt wird, »die innerste Curve war vollkommen zu einer 8 geschlungen«, in natürlichen Kalkspathplatten wieder und ahmte sie dadurch nach, dass er zwischen zwei genau centrirte, das regelmässige Ringsystem gebende einaxige Platten ein Glimmerblatt »von bestimmter Dicke einschaltete und dies in seiner Ebene drehte.«

In seiner Arbeit vom Jahre 1837 bringt Dove auf S. 460 und 461 nur allgemeine Andeutungen über die Wirkung des elliptisch polarisirten Lichts auf einaxige Krystalle, senkrecht zur Axe c geschnitten. Dieselben kommen darauf hinaus, »dass die in negativen Krystallen

---

[1] Ein dem besprochenen sehr nahe kommendes Verfahren beschreibt Billet, Traité d'optique physique 1859 T. II p. 620; vergl. auch G. Valentin 1861 a. a. O. S. 154.

[2] A. Bertin, Über die Farben von Krystallplatten im elliptisch polarisirten Licht Zeitschr. f. Krystall. u. s. w. 1881. Bd. V S. 36 u. f. — Die betreffende Auseinandersetzung befindet sich S. 76–80.

[3] D. Brewster, Über die Erscheinungen und Gesetze der elliptischen Polarisation bei Einwirkung der Metalle auf das Licht. Aus den Phil. Transactions f. 1830 II p. 287 in Pogg. Annal. 1831 Bd. 21 S. 219 u. f. Vergl. auch Optics 1835 p. 227 Fig. 114; 1853 p. 308 Fig. 150.

[4] Vergl. S. 233 Anmerkung 2.

[5] H. W. Dove, Versuche über Circularpolarisation des Lichts. Pogg. Annalen 1835. Bd. 35 S. 579 u. f.

entstehende Farbenfigur in den positiven um 90° in ihrer Ebene gedreht erscheint«, und dass sich bei Anwendung von Licht, was von einer Metallfläche reflectirt ist, in einem positiven Krystall die Farbencurven in den Quadranten vom Mittelpunkt entfernen, in denen sie sich in einem negativen nähern. Die Arbeit Dove's vom Jahre 1853 wiederholt auf S. 237 und 244, sowie 245, nur diese Angaben ohne ihren Zusammenhang weiter zu verfolgen.

In der Arbeit von Valentin vom Jahre 1861 wird der Achter an mehreren Stellen erwähnt, so S. 135 mit Bezugnahme auf Dove's Angaben, dann S. 188 unter Berücksichtigung des Umstandes, dass er durch eine Combination von vier, mit ihren Axenebenen jeweils rechtwinkelig gelegten Glimmerblättchen vom Lavendelgrau der ersten Ordnung hergestellt werden kann, wenn die Combination unter 45° zu den gekreuzten Nicols gebracht wird. — Des Ferneren wird auch seines Auffindens in organischen Praeparaten gedacht.

In weiterer Folge wird die Erscheinung in der Litteratur noch mehrfach erwähnt, so z. B. von des Cloizeaux 1864,[1] beobachtet bei der Compensation mit dem Quarzkeil, von Brezina 1879[2] als »Brillenfigur«. Genauer behandelt sie als sogenannte Sohlencurve die schon erwähnte Arbeit von Bertin 1881, erörtert ihr Zustandekommen und thut dar, dass sie ein Mittel an die Hand gäbe, positive und negative Krystalle zu unterscheiden.

Ich selbst habe mich 1892[3] ebenfalls mit der Erscheinung der Achtercurve beschäftigt. Sie trat damals unter verwickelteren Umständen auf, so dass ich mich, allerdings ohne Bertin's Arbeit in dem auf die betreffende Curve bezüglichen Theile genauer zu kennen, damals darauf beschränken musste, einige allgemeine Angaben zu machen und Näheres mir vorzubehalten.

Indem ich auf das Auftreten des Achters (Sohlencurve, Brillenfigur) in den gekreuzten Nörrenberg'schen Glimmercombinationen hier nicht weiter eingehe und für die einaxigen Mineralien, die eine solche Erscheinung zeigen, nur geltend mache, dass es wohl in den häufigsten Fällen bei denselben ein aufgelagertes oder eingeschaltetes zweiaxig deformirtes Blättchen ist, was durch elliptische Polarisation besagte Erscheinung hervorruft,[4] möchte es ich jetzt mit Bertin betonen.

[1] Des-Cloizeaux, Mémoire sur l'emploi du microscope polarisant 1864 p. 33.

[2] A. Brezina, Herrengrundit, ein neues basisches Kupfersulfat. Zeitschrift für Krystallographie 1879 Bd. III. S. 357.

[3] C. Klein, Über das Krystallsystem des Apophyllits u. s. w. Sitzber. d. kön. preuss. Akademie der Wissenschaften 1892 S. 92 u. f.; N. Jahrb. f. Min. u. s. w. 1892 Bd. II S. 198 u. f.

[4] Andere Möglichkeiten sind nicht ausgeschlossen.

dass die zweckmässige Hervorbringung dieser Figur in der That ein vortreffliches Mittel ist um den Charakter der Doppelbrechung bei optisch ein- und zweiaxigen Krystallen zu bestimmen. Warum Bertin's Vorschlag vom Jahre 1881 a. a. O. p. 80 unbeachtet geblieben ist, möchte darin begründet sein, dass er zur Hervorbringung der sogenannten Sohlencurve zwei mit ihren Axenebenen parallel gestellte $^1/_4\lambda$-Blättchen braucht, zwischen denen sich die Krystallplatte befindet und die mit ihren Hauptschnitten Winkel von 15° mit der Schwingungsrichtung des einfallenden Lichtes machen — eine für die gewöhnlichen Beobachtungsinstrumente nicht in einfacher Weise herzustellende Anordnung.

Bringt man aber die Krystallplatte zwischen gekreuzte Nicols und schaltet unter den oberen Nicol ein $^1/_8\lambda$-Glimmerblättchen unter 45° so ein, dass die Spur der Ebene der optischen Axen von vorn links nach hinten rechts geht, so stellt sich die Achterfigur bei den positiven Krystallen in die Verbindungslinie der optischen Axen und bei den negativen senkrecht dazu. Dieses Mittel ist zur Bestimmung des Charakters der Doppelbrechung einfach und leicht zu verwerthen.

b. Anwendung von Gyps- oder Glimmerblättchen von der Dicke $> 4/8\lambda$ an bis zu höheren Werthen von λ.

Von Blättchen, die eine charakteristische Änderung des Interferenzbildes geben, ist die Anwendung von $^3/_4\lambda$-Blättchen in der Litteratur mehrfach erwähnt, so findet sie sich, abgesehen von ihrer Erwähnung bei Airy 1832 a. a. O. p. 146, bei Billet 1859,[1] Valentin 1861,[2] V. von Lang 1867,[3] Liebisch 1881[4]. Während aber die letztgenannten drei Autoren mit Recht hervorheben, dass sich bei Anwendung von $^3/_4\lambda$-Blättchen die für das $^1/_4\lambda$-Blättchen gegebenen Regeln vertauschen, erwähnt dies Billet, der neben $^3/_4\lambda$- auch $^5/_4\lambda$-Blättchen abhandelt, nicht.

Wichtiger und seit längerer Zeit bekannt ist die Anwendung von verzögernden Blättchen grösserer Wellenlängen; es kommen hierbei besonders auffällende Färbungen der abwechselnden Ringquadranten in Betracht, die bei positiven Krystallen anders als bei negativen liegen.

Die erste Idee zu dieser Methode der Beobachtung gab Brewster

[1] F. Billet, Traité d'optique physique 1859. T. II p. 13.

[2] G. Valentin 1861 a. a. O. S. 153.

[3] V. von Lang, Einleitung in die theoretische Physik 1867 S. 384.

[4] Th. Liebisch, Artikel Krystallographie, Handwörterbuch der Chemie 1881 Bd. III S. 1202.

1818.[1] ihm folgte Herschel 1821.[2] danach führte Brewster 1835[3] das bestimmte Glimmer- oder Gypsblättchen vom Roth II. Ordnung ein, dessen Ton bei Kreuzung gleichnamiger Elasticitätsaxen und entsprechendem Ton der zu untersuchenden Platte, in der Hellstellung in zwei gegenüberliegenden Quadranten schwarz wird. Nach diesen Angaben ist das Verfahren in die Litteratur übergegangen,[4] in der man es bis in den Anfang der sechsziger Jahre verfolgen kann. — Danach hat es keine besondere Beachtung mehr gefunden.

Erst in neuerer Zeit, als die Untersuchungen an dünnen Blättchen im convergenten, polarisirten Lichte wieder die Wichtigkeit der Methode hervortreten liessen, hat sie F. Rinne[5] wieder aufgenommen und zum Gebrauch ein Gypsblättchen Roth I. Ordnung empfohlen, ein Verfahren, was nach Rosenbusch's Angabe schon seit 1887 in seinem Institute ausgeübt wird.[6] Beide Forscher hatten gegenseitig keine Kenntniss von der betreffenden Anwendung, die sich im Lichte der vorstehenden Darstellung als eine glückliche Wiederaufnahme einer längst bekannten Methode darstellt.

[1] Brewster, 1818 a. a. O. p. 219 u. 220. Das daselbst angegebene Verfahren beachtet zunächst die Ringe, welche ausserhalb der sichtbaren Ringe eines Kalkspathinterferenzbildes entstehen, wenn dasselbe mit einer Quarzplatte, parallel der Axe, oder mit einem dickeren Gypsblättchen gekreuzt wird und verwerthet die Art ihrer Veränderung zur Bestimmung des Charakters der Doppelbrechung. — Von diesem Verfahren ist in der Praxis wenig Anwendung gemacht worden. Mehr Eingang hat der auf p. 220 entwickelte Theil desselben Verfahrens gefunden, welcher die differente Färbung in den abwechselnden Ringquadranten beachtet.

[2] J. F. W. Herschel, On a remarkable Peculiarity in the law of the extraordinary Refraction of differently-coloured Rays exhibited by certains varieties of Apophyllite. Transactions of the Cambridge Philosophical Society 1822. Vol. I. Part II p. 243. Das von Herschel ebendaselbst, p. 244, noch angegebene andere Verfahren kommt auf die ersten Anfänge unseres Verfahrens mit dem $^1/_4\lambda$-Glimmerblättchen oder Blättchen ähnlicher Dicke hinaus (vergl. C. Klein 1892 a. a. O. S. 225 und N. Jahrb. f. Min. 1892. Bd. II S. 175—176).

[3] D. Brewster, Optics 1835 p. 197 u. f.

[4] Vergl. Marx, Geschichte der Krystallkunde, 1825 S. 264; Herschel, Vom Licht, 1831 S. 520, woselbst das Verfahren nach Herschel citirt wird. Ferner vergl. man von Kobell, Geschichte der Mineralogie, 1864 S. 253, woselbst das Brewster'sche Verfahren erwähnt wird. Dagegen sehe man Brewster, A treatise on Optics, 1853 p. 256, H. W. Dove, Pogg. Annalen, 1837 Bd. 40 S. 461, Farbenlehre, 1853 S. 245, woselbst Brewster's verbessertes Verfahren erwähnt wird. G. Valentin 1861 a. a. O. S. 154 citirt Brewster und Herschel und empfiehlt selbst ein Gypsblättchen vom Roth der III. Ordnung, Billet, Traité d'optique physique, 1858 T. I p. 501 citirt Niemand, empfiehlt aber ebenfalls ein im Allgemeinen nur wenig abgeändertes Verfahren.

[5] F. Rinne, Über eine einfache Methode, den Charakter der Doppelbrechung im convergenten polarisirten Lichte zu bestimmen. N. Jahrb. f. Min. u. s. w. 1891 Bd. II S. 21 u. f.

[6] Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien von H. Rosenbusch, 1892 S. 189—190.

II. Hülfsmittel zur Bestimmung des Charakters der Doppelbrechung im parallelen polarisirten Lichte.

Hier werden fast ausschliesslich Gyps- oder Glimmerblättchen einer gewissen Dicke angewandt, oder es wird mit drehbaren Quarzplatten parallel der Axe,[1] noch besser mit Keilen operirt, die die Farben der verschiedenen Ordnungen geben. Immer kommt es darauf an, durch Kreuzung gleichnamiger Elasticitätsaxen in dem Blättchen, bez. der Keilstelle, und dem Praeparat, durch einen auf der einen oder anderen Seite verbleibenden Überschuss der Dicke Farben zu entwickeln, deren Deutung die Bestimmung der Lage der Elasticitätsaxen zulässt.

Es werden in Folge dessen Platten aus einaxigen Krystallen parallel der Axe und solche aus zweiaxigen unmittelbar zur Untersuchung kommen können. Aber auch auf die einaxigen Platten senkrecht zur Axe wird die Untersuchung im parallelen polarisirten Lichte anwendbar sein, wenn man nur die Platte aus dem einaxigen Krystalle bald in dem einen, bald in dem anderen Hauptschnitt des in Hellstellung befindlichen Gyps- oder Glimmerblättchens neigt und zusieht, bei welcher Neigung die Farben steigen oder fallen.[2]

Nachdem Arago 1811 und Brewster 1812, wie schon erwähnt, die Wirkung dünner Blättchen in der Hellstellung auf das polarisirte Licht kennen gelehrt hatten, war es besonders Biot, der die Methode des Arbeitens mit diesen Blättchen weiter ausführte und, was besonders wichtig war, die Art und Weise kennen lehrte, nach welcher man in einem solchen Blättchen die Richtung einer gewissen Elasticitätsaxe in der Plattenebene, z. B. der kleineren, zu bestimmen hat.[3] — Danach kam das Arbeiten mit solchen Gypsblättchen verschiedener Dicke nicht nur in der Physik sondern auch in den Naturwissenschaften immer mehr in Anwendung.

---

[1] Dieses Verfahren, welches auf das mit dem Keil herauskommt, wendet H. de Sénarmont 1851 a. a. O. p. 7 an, Grailich erwähnt es 1858 a. a. O. p. 205.

[2] Hierauf gründet sich ein Verfahren, das schon Biot kannte, Précis élémentaire de physique expérimentale, 1824, T. II p. 572 und das H. de Sénarmont, Annales de Chimie et de Physique, 1851, 3e série, T. XXXIII p. 7, mit einem Gypsblättchen, welches die »teinte sensible« besitzt und einem darunter befindlichen, zu drehenden einaxigen Krystalle, senkrecht zur Axe geschnitten, im parallelen polarisirten Lichte anwandte; vergl. auch Billet, Traité d'optique physique, 1858, T. I p. 501 Anmerkung und 1859, T. II p. 620, bezüglich des Verfahrens unter Nr. 2.

[3] Biot, Lehrbuch der Experimentalphysik, übersetzt von Fechner, 1829, Bd. V S. 140. Vergl. auch G. Valentin, 1861, a. a. O. S. 144.

Hugo von Mohl zeigte 1858[1] die Bedeutung der Methode für botanische Untersuchungen und erschloss damit namentlich die relative Grösse der Elasticitätsaxen in der Ebene der Schnitte doppelbrechender Gewebe. 1859[2] empfiehlt er bei seinen Untersuchungen über das Polarisationsmikroskop neben der von ihm herrührenden Condensorlinse und anderen Einrichtungen Gypsblättchen vom Roth I., II., III. und IV. Ordnung, je nach Bedürfniss und dem vorliegenden Falle.

Von zoologischer Seite verdient besonders G. Valentin genannt zu werden, der 1861[3] eine recht vielseitige Zusammenstellung optischer Methoden, die weit besser und vollständiger ist als ähnliche Darstellungen in den mineralogischen Werken jener Zeit, verfasste.

Feinere Detailuntersuchungen wurden durch verschiedene Physiker und Physiologen, wie Müller, Brücke, Wertheim, Quincke und 1877 und 1878 besonders durch Rollett[4] (woselbst auch die andere Litteratur nachzusehen ist) über die Farben in den Newton'schen Ringsystemen vorgenommen und auf Grund derselben auch wieder besondere Apparate construirt.

Im Allgemeinen sind die genannten Methoden, zuzüglich derer, denen die Untersuchungen mit den Keilen[5] gewidmet sind, seit dem Aufleben der mikroskopischen Forschung in der Mineralogie auch in diese Wissenschaft übergegangen und in den Lehrbüchern derselben und ihrer Nachbargebiete verbreitet.

Überblickt man das, was bekannt und heute in Übung ist, um den Charakter der Doppelbrechung zu bestimmen, so tritt eine grosse Anzahl von Methoden zu Tage, die zum Theil scheinbar streng geschieden sind und auf deren Zusammenhang nicht aufmerksam gemacht, deren verschiedene Art und Anwendung mitunter sogar des Nachdrücklicheren betont wird.

---

[1] Hugo von Mohl, Die Untersuchung des Pflanzengewebes mit Hülfe des polarisirten Lichtes. Botanische Zeitung 1858, Jahrg. 16. I S. 1–6, II S. 9–18.

[2] Hugo von Mohl, Über die Einrichtung des Polarisationsmikroskops zum Behufe der Untersuchung organischer Körper, Poggend. Annalen 1859 Bd. 108 S. 178 u. f.

[3] G. Valentin, Die Untersuchungen der Pflanzen- und der Thiergewebe im polarisirten Lichte 1861.

[4] A. Rollett, Über die Bedeutung von Newton's Construction der Farbenordnungen dünner Blättchen für die Spectraluntersuchung der Interferenzfarben. Sitzber. der k. k. Akademie der Wiss. zu Wien 1877. Math.-naturw. Classe Bd. 125 Abth. III S. 173 u. f. Über Farben, welche in den Newton'schen Ringsystemen auf einander folgen. Ebendaselbst 1878 Math.-naturw. Classe Bd. 127 Abth. III S. 177 u. f.

[5] So empfehlen u. A. Michel Lévy und A. Lacroix, Les minéraux des roches 1888 p. 42 bei Untersuchungen im parallelen polarisirten Lichte Keile mit Farben mehrerer Ordnungen, um die Wirkungen einer Anzahl dünner Blättchen gewissermaassen nach einander darstellen zu können.

Nur wenige Autoren erwähnen z. B., wie die Blättchen verschiedener Wellenlängenverzögerungen im parallelen, polarisirten Lichte zwischen gekreuzten Nicols sich darstellen, wenn sie in der Hellstellung untersucht werden: solche Angaben findet man z. B. für das $^1/_4\lambda$-Blättchen, das dann Hellgraublau I. Ordnung zeigt, bei Billet 1859 a. a. O. T. II. p. 12 u. f., bei Valentin 1861 a. a. O. S. 140 und 141, bei Dippel, das Mikroskop 1882 S. 941; bei E. Mallard, Traité de Cristallographie 1884 T. II p. 253; bei Lévy und Lacroix 1888 a. a. O. S. 42, 45; bei Liebisch, Physikalische Krystallographie 1891 S. 496. Weiter gehen die Angaben gewöhnlich nicht und doch knüpft sich daran das lebhafteste Interesse.

Betrachten wir zu diesem Ende folgende Tabelle, die die Erscheinungen von verzögernden Blättchen wiedergibt, welche sich zwischen gekreuzten Nicols befinden, in Hellstellung genommen sind und deren kleinere Elasticitätsaxe von vorn links nach hinten rechts verläuft.

Nr.	Ein Blättchen, was für gelbes Licht eine Verzögerung bewirkt von	zeigt im Tageslicht zwischen gekreuzten Nicols in der Hellstellung die Farbe		bewirkt, wenn in die Hellstellung zwischen gekreuzte Nicols gebracht, für gelbes Licht[1]
1.	$0\,\lambda$	Schwarz	I. Ordnung	Geradlinige Polarisation
2.	$^1/_8\,\lambda$	Nahezu Lavendelgrau	I. »	Rechts elliptische Polarisation
3.	$^2/_8\,\lambda$	Nahezu Graublau	I. »	Rechts circulare Polarisation
4.	$^3/_8\,\lambda$	Klareres Grau	I. »	Rechts elliptische Polarisation
5.	$^4/_8\,\lambda$	Blass Strohgelb	I. »	Geradlinige Polarisation
6.	$^5/_8\,\lambda$	Lebhaft Gelb	I. »	Links elliptische Polarisation
7.	$^6/_8\,\lambda$	Braungelb	I. »	Links circulare Polarisation
8.	$^7/_8\,\lambda$	Orange	I. »	Links elliptische Polarisation
9.	$^8/_8\,\lambda$	Roth	I. »	Geradlinige Polarisation
10.	$^9/_8\,\lambda$	Indigo	II. »	Rechts elliptische Polarisation
11.	$^{10}/_8\,\lambda$	Himmelblau	II. »	Rechts circulare Polarisation
12.	$^{11}/_8\,\lambda$	Grün	II. »	Rechts elliptische Polarisation
13.	$^{12}/_8\,\lambda$	Heller Grün	II. »	Geradlinige Polarisation
14.	$^{13}/_8\,\lambda$	Gelb	II. »	Links elliptische Polarisation
15.	$^{14}/_8\,\lambda$	Orange	II. »	Links circulare Polarisation
16.	$^{15}/_8\,\lambda$	Röthlich Orange	II. »	Links elliptische Polarisation
17.	$^{16}/_8\,\lambda$	Dunkelviolettroth	II. »	Geradlinige Polarisation

Ein Blick auf diese Tabelle lehrt, dass die in dem **Keil** enthaltene Farbenfolge das allgemeinste, einfachste und ausgiebigste Verfahren an die Hand gibt, den Charakter der Doppelbrechung zu bestimmen, weil in dieser Farbenfolge das Mittel vorhanden ist, nicht nur im parallelen Licht alle

[1] Vergl. Müller-Pfaundler, Lehrbuch der Physik 1879. Bd. II 1 S. 611 Fig. 542.

Gyps- oder Glimmerblättchen der verschiedenen Nüancen, sondern auch im convergenten Licht die entsprechend wirkenden Blättchen, die die verschiedenen Interferenzerscheinungen mit schwachen oder lebhaften Farbenabtönungen in den abwechselnden Quadranten geben, zu ersetzen.

Zu diesem Zwecke sei das Polarisationsmikroskop mit einem verschliessbaren Schlitze, der selbst von vorne rechts nach hinten links führt, unter dem oberen Nicol, bez. über dem Objectiv, versehen. Es können an beiden Stellen eingeschoben werden entweder:

1. Ein Gypskeil mit den Farben der ersten Ordnung (bez. zwei fernere Keile mit den Farben zweiter und dritter Ordnung), dessen kleinere Elasticitätsaxe in der Plattenebene, parallel der Schneide des Keils verläuft.

2. Ein desgl. oder Quarzkeil, der von der ersten in die höheren Ordnungen hereingeführt und optisch ebenso orientirt ist, wie der unter Nr. 1.

Diese Orientirung der Keile ist nöthig, um mit der gebräuchlichen des $^1/_4\lambda$-Glimmerblättchens in Übereinstimmung zu sein und vergleichbare Resultate erzielen zu können. Was diese selbst anlangt, so sind sie für einen positiven Krystall und die Farben der ersten Ordnung in nachstehender Tabelle zusammengestellt[1] und lassen sich sowohl für einaxige, als auch für zweiaxige Krystalle mit kleinem Axenwinkel im convergenten, polarisirten Lichte verwerthen. Da es sich hier nur darum handelt, deutliche Unterscheidungsmerkmale zu gewinnen, so ist das Centrum der Erscheinungen, woselbst sich Alles am deutlichsten abspielt, wesentlich in Betracht gezogen worden.

[1] Es ist interessant zu sehen, dass Dove, Versuche über Circularpolarisation des Lichts, Poggend. Annalen 1835 Bd. 35 S. 586 u. f. bei der Untersuchung von Erscheinungen, die während des Erhitzens und Abkühlens der Gläser stattfinden, manche hierher gehörige Erscheinungen schon beobachtet hat (vergl. auch Farbenlehre 1853 S. 230 u. f.) ohne sie mit denen zu vergleichen, die die Krystalle unter der Einwirkung verschiedener Wellenlängenverzögerungen, d. h. in verschiedenartig polarisirtem Lichte in gleicher Weise zeigen.

Optisch einaxiger, positiver Krystall, zwischen gekreuzten Nicols, geprüft mit einem Gypskeil, dessen kleinere Elasticitätsaxe *MM'* von vorn links nach hinten rechts geht.

Nr.	Werth der Verzögerung für Gelb	Polarisationszustand	Erscheinungen im monochromatischen gelben Licht	Erscheinungen im Tageslicht	Ton der Keilstellen in der Hellstellung derselben zwischen gekreuzten Nicols im parallelen Licht, bez. Farbe des Kreuzes bei Anwendung convergenten polarisirten Tageslichts.
1.	0λ	Geradelinig. Schwingungsebenen von Polarisator und Analysator gekreuzt.	Schwarzes Kreuz, helle und dunkele Ringe.	Schwarzes Kreuz, Ringe in den Newton'schen Farben.	Schwarz I. Ordnung.
2.	$^1/_8\lambda$	Rechts elliptisch. Grosse Axe der Ellipse liegt wie die Schwingungsebene des Polarisators.	Im Centrum erscheint eine Achterfigur, deren lange Erstreckung in *MM'* liegt.	Achterfigur, wie im monochromatischen Licht, an den in *MM'* liegenden Enden des Achters sind die Farben gestiegen.	Lavendelgrau I.
3.	$^2/_8\lambda$	Rechts circular.	Von den Einschnürungen des Achters haben sich zwei schwarze Punkte abgehoben, die senkrecht auf *MM'* aus einander gewichen sind. An den Enden der langen Erstreckung des Achters haben sich zwei Bogentheile gebildet, die durch *MM'* halbirt werden.	Zerfall der Achterfigur wie im monochromatischen Licht. An den durch *MM'* halbirten Bogentheilen sind die Farben gestiegen.	Hellgraublau I.
4.	$^3{}_8\lambda$	Rechts elliptisch. Grosse Axe der Ellipse liegt unter 90° zu Nr. 2.	Die Punkte rücken weiter von *MM'* ab, die Bogentheile mehr nach dem Centrum zu.	Es bieten sich dieselben Erscheinungen, wie im monochromatischen Licht dar. Die Punkte bleiben dunkel, die Bogentheile sind gefärbt.	Klareres Grau I.
5.	$^4/_8\lambda$	Geradelinig. Schwingungsebene des Polarisators parallel der des Analysators.	Helles Kreuz. Die Punkte haben denselben Abstand vom Centrum wie die Bogentheile. Beide sind sich aber in der Form nahe gekommen und mit kurzen Kreissegmenten zu vergleichen.	Fast weisses Kreuz, sonst wie im monochromatischen Licht bezüglich der Stellung der kurzen Kreissegmente (Punkte und Bogentheile früherer Bedeutung); ebenso bezüglich der Färbung wie vorher.	Blass Strohgelb I.
6.	$^5/_8\lambda$	Links elliptisch. Grosse Axe der Ellipse liegt wie in Nr. 4.	Die Punkte werden zu Bogentheilen und entfernen sich mehr vom Centrum als die Bogentheile, die zu Punkten geworden sind.	Wie im monochromatischen Licht, nur ist jetzt an den Punkten (früheren Bogentheilen) das Steigen der Farben zu beobachten, während die Bogentheile (frühere Punkte) ungefärbt sind.	Gelb I.
7.	$^6/_8\lambda$	Links circular.	Die nunmehrigen Bogentheile rücken noch weiter vom Centrum ab, die nunmehrigen in *MM'* gelegenen Punkte dem Centrum zu.	Wie im monochromatischen Licht. Die Punkte zeigen deutlich die noch mehr gestiegenen Farben, an den Bogentheilen beginnen niedere, graue Töne.	Braungelb I.
8.	$^7/_8\lambda$	Links elliptisch. Grosse Axe der Ellipse liegt wie in Nr. 2.	Im Centrum erscheint ein Achter, dessen lange Ausdehnung senkrecht zu *MM'* liegt.	Wie im monochromatischen Licht. Der Achter ist nach seiner kurzen Erstreckung d. h. in *MM'* blau, senkrecht zu *MM'* gelb gefärbt.	Rothorange I.
9.	$^8/_8\lambda$	Geradelinig. Schwingungsebenen von Polarisator und Analysator gekreuzt.	Schwarzes Kreuz, helle und dunkele Ringe.	Rothes Kreuz. Dasselbe ist um das Centrum in *MM'* blau, senkrecht dazu gelb gefärbt.	Roth I.

Wie sich ein positiver Krystall unter Anwendung von Farben höherer Ordnung verhalten muss, leuchtet nach der vorstehenden Tabelle für das monochromatische (gelbe) Licht sofort ein, und werden bei $n + {}^1/_8\lambda$, $n + {}^1/_4\lambda$ u. s. w. (n eine ganze Zahl) dieselben Erscheinungen sich darbieten, die bei ${}^1/_8\lambda$, ${}^1/_4\lambda$ u. s. w. vorkommen, so dass man sich leicht über das Rechenschaft ablegen kann, was erscheint.

Im Tageslicht sind die Erscheinungen indessen nicht so einfach, da, wie schon Dove hervorhob, dann in höheren Ordnungen für gewisse Farben die Zustände der elliptischen Polarisation vorhanden sein können, während andere circulare Polarisation bewirken werden u. s. w.[1] Es werden daher hier die Erscheinungen nicht mehr in der Reinheit hervortreten können, wie bei den Farben der ersten Ordnung und nur noch im Allgemeinen entsprechend sein.

Wenn wir aber in der Tabelle sorgfältig das betrachten, was im convergenten weissen Lichte sich in den verschiedenen Quadranten abspielt, so sehen wir in denen, in welchen MM' liegt (vorn links und hinten rechts), durchweg ein Steigen der Farben. Dies muss so sein, da im einaxigen positiven Krystalle die parallel der Axe c schwingenden Strahlen diese Schwingungen parallel der Axe der kleinsten Elasticität vollführen und verstärkt werden müssen, wenn sie in MM' des Gypses ebenfalls die kleinere Elasticitätsaxe antreffen. Unbekümmert um die sich nach Lage bez. Form umkehrenden Punkte und Bogentheile geht daher das Steigen der Farben in den Quadranten, durch die MM' zieht, und das Fallen in den andern.[2]

Dies ist im Allgemeinen festzuhalten und namentlich bei Anwendung von Farben höherer Ordnungen, da hier nothwendigerweise ein Unterschied zwischen gestiegenen und gesunkenen Tönen an den Curventheilen der Mitte des Gesichtsfelds wie in den entsprechenden, jeweils sich anschliessenden Quadranten vorkommen muss.

Für die negativen Krystalle kehrt sich Alles um und es findet namentlich das Steigen der Farben in den Quadranten statt, durch die MM' des Gypses nicht geht.[3]

[1] H. W. Dove, Versuche über Circularpolarisation des Lichts 1835. Pogg. Annalen Bd. 35 S. 590; Farbenlehre 1853 S. 233.

[2] Wenn also einzelne Schriftsteller, vergl. S. 236, mit Recht hervorgehoben haben, dass sich bei Anwendung von ${}^3/_4\lambda$-Blättchen die Regeln, die für ${}^1/_4\lambda$ Geltung haben, umkehren, so gilt dies für die Polarisationszustände und Punkterscheinungen, nicht aber für das Steigen und Fallen der Farben in den betreffenden Quadranten.

[3] Selbstverständlich haben auch die Achterfiguren die umgekehrte Lage. Da sie nun in beiden Fällen, wenn durch ${}^1/_8\lambda$-Verzögerung (bez. $n + {}^1/_8\lambda$-Verzögerung, n eine ganze Zahl) hervorgerufen, die gestiegenen Töne an den Enden ihrer langen Axen und, wenn durch ${}^7/_8\lambda$-Verzögerung (bez. $n + {}^7/_8\lambda$-Verzögerung) hervorgebracht,

Man sieht sonach ein, dass man mit dem Keil im convergenten Licht das $^1/_8$, $^1/_4$, $^1/_2$, $^7/_8\lambda$-Gypsblättchen ersetzen und je nach der Beschaffenheit des Krystalls diejenige Compensation bewerkstelligen kann, die die am besten anzuwendende ist. Hat man noch andere Keile, so kann man auch mit anderen Tönen arbeiten, je nach Bedürfniss.

Vieles wird sich mit der Stelle des Keils erreichen lassen, die $^1/_4\lambda$ entspricht; $^1/_8\lambda$ ist auch gut zu verwenden, jedoch müssen die Keile richtig mit den niederen Tönen einsetzen; bei schwach doppelbrechenden Körpern wird man zu $^7/_8-^8/_8\lambda$ seine Zuflucht nehmen, weil bei Anwendung dieser Verzögerungen und weissen Tageslichts die charakteristischen Färbungen des Mittelfeldes beginnen. — Höhere Töne wird man seltener bei den Untersuchungen im convergenten Lichte nöthig haben.

Auch die circular polarisirenden Körper geben in den verschiedenen Lagen, besonders bei $^1/_4$, $^1/_2$, $^3/_4\lambda$, charakteristische Erscheinungen und lassen sich gut untersuchen.

Zweiaxige Körper, namentlich solche mit grossem Axenwinkel, Platten senkrecht zu einer Elasticitätsaxe oder parallel der optischen Axe, lassen sich ebenfalls, wie bekannt, mit dem Keil vortrefflich erforschen.

Man nimmt am besten monochromatisches Licht und führt den Keil (bez. den zu höheren Ordnungen ansteigenden) bei Platten senkrecht zur ersten Mittellinie in Diagonalstellung vortheilhaft senkrecht zur Axenebene ein, um eine gleichmässige Erscheinung an beiden Axenpolen zu haben. Verengen sich dann die Interferenzcurven, so ist die zweite Mittellinie von demselben Charakter wie MM', parallel zu der Schneide des Keils, also der Krystall negativ, erweitern sich die Curven, so haben die zweite Mittellinie und MM' entgegengesetzten Charakter und der Krystall ist positiv.

Wohl bekannt sind die Untersuchungen der Krystalle im parallelen polarisirten Lichte mit Gyps- oder Glimmerblättchen oder Keilen.

---

an den Enden ihrer kurzen Axen (bez. an ihren Einschnürungen) zeigen, so könnte man, wenn durch natürliche Verhältnisse gebildete Achter vorkommen, aus Lage und Färbung derselben den Charakter der Doppelbrechung bestimmen, welcher dem betreffenden Körper, der sie zeigt, zukommt, wenn man in allen Fällen annehmen dürfte, dass die Erscheinung durch ein elliptisch polarisirendes Blättchen (wohl die einfachste Möglichkeit) zu Stande käme. — Dies ist zwar in den häufigsten Fällen, aber nicht immer der Fall und schon die durch die Bertin'sche Combination hervorgebrachte Sohlencurve kommt anders zu Stande und zeigt unter Umständen — wie ich mir mitzutheilen später vorbehalte — andere Eigenschaften der Lage und der Färbung. Sonach lässt sich im Allgemeinen bei einem vorhandenen Achter der Charakter der Doppelbrechung des betreffenden Körpers durch jenen allein nicht bestimmen.

die jene in ihrer Aufeinanderfolge ersetzen. Es ist daher nicht nöthig, hier näher darauf einzugehen, und nur auf einen Umstand möchte ich noch aufmerksam machen.

Es wird bei diesen Untersuchungen immer darauf ankommen, zwischen Krystallplatte und Stelle im Keil, bez. verzögerndem Blättchen, bei Kreuzung gleichnamiger Elasticitätsrichtungen, eine Differenz zur Geltung zu bringen und es ist daher einerlei, ob der betreffende Überschuss auf Seite der Krystallplatte oder der Keilstelle liegt.

Daher untersucht man Blättchen schwacher Doppelbrechung, die sehr niedrige Töne geben, mit einem Gypsblättchen (bez. einer Keilstelle) Roth I. oder II. Ordnung (der sogenannten *teinte sensible* der Franzosen) und subtrahirt oder addirt zu diesen Tönen etwas, was in der Differenz oder in der Summe wieder sehr charakteristische Töne gibt. Dies ist die gewöhnlichste Methode der Compensation.

Hat man dagegen das andere Extrem vor sich, so geben selbst noch die neuesten Lehrbücher an, man müsse bei starker Doppelbrechung und hohen Tönen Blättchen niederer Ordnung wählen und doch ist hier das Gegentheil richtig. Compensiren in der Additionslage nützt hier zwar überhaupt nichts, da man meistens nicht sehen kann, ob der dem schon an und für sich hohen Ton hinzugefügte noch eine Steigerung bewirkt, wohl aber ist Kreuzung mit einer Probeplatte (bez. Keilstelle) am Platz, die fast den Ton der zu untersuchenden Platte erreicht, alsdann wird eine Differenz eintreten und ein Überschuss auf Seiten der zu prüfenden Platte verbleiben, der selbst in den unteren Tönen aufleuchtet. Wendet man einen stark wirkenden Keil an, der die Plattenwirkung beim Kreuzen gleichnamiger Elasticitätsaxen zuerst vernichtet und dann seinen Überschuss zur Geltung bringt, so kommen beim Darübergleiten des Keils die Farben von der I. Ordnung an zur Erscheinung und man weiss dann, dass in der Plattenebene die grössere Elasticitätsaxe wie die Schneide des Keils liegt.

Über die Verwerthung anatomischer Merkmale bei der systematischen Gliederung der Icacinaceae.

Von A. Engler.

(Vorgetragen am 9. März [s. oben S. 151].)

Hierzu Tafel II.

Die anatomischen Verhältnisse der von den meisten Systematikern mit den *Icacinaceae* in Verbindung gebrachten Gattung *Phytocrene* haben schon seit langer Zeit die Aufmerksamkeit der Botaniker erregt; nachdem Griffith,[1] Wallich,[2] Lindley,[3] Mettenius,[4] v. Mohl,[5] de Bary[6] die eigenthümliche Structur älterer Stämme von *Phytocrene* beschrieben hatten, hat in den letzten Jahren Robinson[7] nicht bloss die Stammanatomie von *Phytocrene* entwickelungsgeschichtlich verfolgt, sondern auch die Anatomie einiger anderer den *Phytocreneae* zugerechneten Gattungen besprochen. Da ich die *Icacinaceae* für »Die natürlichen Pflanzenfamilien« bearbeitete, so lag mir daran, möglichst alle (38) Gattungen dieser in den Tropen ziemlich stark vertretenen Familie in Bezug auf ihre Stammanatomie zu untersuchen und den Werth derselben für die systematische Gruppirung der Familie zu prüfen, indem ich gleichzeitig die Blüthen- und Fruchtverhältnisse beachtete. Haben doch gerade die Blüthen- und Fruchtverhältnisse Veranlassung dazu gegeben, die habituell von den übrigen *Icacinaceae* abweichenden *Phytocreneae* mit diesen in eine Familie zu vereinigen. Bei allen

[1] Griffith, Notulae IV. 320, Icon. posth. I. 487, 490, 496.

[2] Wallich, Plantae asiaticae rariores, III. 11, 216.

[3] Lindley, Introduction to botany, I. 211 t. und Veg. Kingd. 270.

[4] Mettenius, Beiträge zur Botanik (1850), S. 50—61 t. VI.

[5] v. Mohl in Bot. Zeit. 1855, S. 875—878.

[6] de Bary, Vergl. Anatomie, S. 591—593.

[7] B. L. Robinson, Beiträge zur Kenntniss der Stammanatomie von *Phytocrene macrophylla* Bl. in Bot. Zeit. 1889, S. 645, 661, 677, 693 t. X and On the stem-structure of *Jodes tomentella* Miq. and certain other *Phytocreneae* in Annales du Jardin botanique de Buitenzorg VIII, p. 96—121 T. VIII, IX.

Icacinaceen[1] finden wir stets strahlige, 5–4theilige Blüthen, meistens mit doppelter, seltener mit einfacher Blüthenhülle, die Blumenblätter meist frei, bisweilen vereint, in der Knospe klappig oder mit schmalem Rande sich deckend, häufig mit einwärts gebogenen Spitzen. Staubblätter sind ebenso viel als Blumenblätter vorhanden, mit denselben abwechselnd, alle fruchtbar oder in weiblichen Blüthen alle steril. Das Gynaeceum ist nur bei der Gattung *Lophopyxis* Hook. f. den übrigen Formationen der Blüthe isomer und nur bei dieser Gattung in allen Fächern (5) mit Samenanlagen versehen, von denen jedoch nur eine zum Samen reift. Sodann finden wir bei *Emmotum* Desv. ein aus 3 Carpellen gebildetes Gynaeceum mit 6 Samenanlagen, von denen aber auch nur eine reift. Bei allen anderen Gattungen, auch bei den mit *Emmotum* zunächst verwandten, ist überhaupt nur 1 fertiles Fach vorhanden, doch deuten die meist ungleichseitige Entwickelung des Gynaeceums und die bisweilen 3-lappige Narbe darauf hin, dass in dem Gynaeceum mit dem fertilen Carpell noch 1–2 sterile verbunden sind. Ob die bei den Gattungen *Lasianthera* und *Tylecarpus* an der einen Seite des Gynaeceums auftretende polsterförmige Anschwellung und ebenso die bei *Apodytes* auftretenden 2 seitlichen Polster sterilen Carpiden entsprechen, ist ohne Verfolgung der Entwickelungsgeschichte nicht sicher zu entscheiden. Als das bei allen von mir den Icacinaceen zugerechneten Gattungen durchgehende Merkmal sind die umgewendeten, mit 2 Integumenten versehenen Samenanlagen anzusehen, welche stets zu zweien vom Scheitel des Faches herabhängen, stets ihre Rhaphe nach aussen und die von einer Anschwellung des Funiculus bedeckte Mikropyle nach oben kehren: bisweilen sind die Rhaphen der beiden Samenanlagen nach innen gegen einander gewendet und die Samenanlagen nur halb nach innen gekehrt. Durch diesen Bau des Gynaeceums nähern sich die Icacinaceen bekanntlich den Aquifoliaceen, von denen sie hauptsächlich durch die stets nur einen Samen enthaltende Frucht verschieden sind. Viele Systematiker fassen die Familie der Icacinaceen weiter oder rechnen vielmehr sämmtliche Icacinaceen den Olacaceen zu, welche aber, wie Miers[2] zuerst gezeigt hat, grösstentheils durch eine freie Centralplacenta ausgezeichnet sind, von welcher in jedes Fach 1–2 Samenanlagen herabhängen, welche ferner ein Androeceum besitzen, das nie mit demjenigen der

[1] Über die Begrenzung und die Merkmale der Familie vergl. man Engler in Martius, Flora brasiliensis XII. 2, t. 9–12 und die demnächst erscheinende Bearbeitung in Engler und Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien, III. 5, S. 234ff.

[2] Miers, Observations on the affinities of the Icacinaceae in Ann. of nat. Hist. Ser. 2. IX. 218 und Contrib. to Botany I. 48.

Icacinaceen vollkommen übereinstimmt. (Vergl. meine Bearbeitung der Familie in Engler und Prantl, Nat. Pflanzenfam. III. 1. S. 230 ff.) Hinsichtlich der Blüthenhülle zeigen die *Icacinaceae* mancherlei Verschiedenheiten. So fehlen die Blumenblätter gänzlich in den männlichen Blüthen von *Grisollea* H. Baillon; da sie jedoch in den weiblichen Blüthen vorhanden sind, und die Staubblätter in den männlichen Blüthen dieselbe Stellung haben, wie bei den übrigen Icacinaceen, so liegt hier nur ein einfacher Abort vor. Auffallender ist das Verhalten der Gattungen *Trematosperma* Urban und *Pyrenacantha* Hook., deren innige Verwandtschaft mit *Phytocrene*, *Miquelia* und *Chlamydocarya* sich in der gleichartigen Entwickelung eines warzigen oder stacheligen Endocarpes kund giebt, dessen Vorsprünge in den Samen eindringen. Während bei den letzteren Gattungen eine doppelte Blüthenhülle vorhanden ist, ist dieselbe bei *Trematosperma* und *Pyrenacantha* einfach. Diese einfache Hülle verhält sich bezüglich der Knospenlage und der Stellung zu den Staubblättern gerade so wie die innere Hülle bei den übrigen vorher genannten Gattungen. Baillon[1] glaubte nun, unter den verschiedenen Gattungen der *Phytocreneae* eine bessere Verbindung dadurch herzustellen, dass er die bei *Phytocrene*, *Miquelia* unzweifelhaft vorhandenen Kelchblätter als Calyculus, als eine Art Involucrum und die innere Blüthenhülle oder Blumenkrone als Perianthium bezeichnete. Indessen ist bei letzteren Gattungen ein Grund für eine derartige Auffassung nicht vorhanden und für die zwei anderen auch nicht unbedingt, da einmal die Möglichkeit vorliegt, dass in einem Verwandtschaftskreis Formen mit einfacher und mit doppelter Blüthenhülle entstehen können, andererseits nicht ausgeschlossen ist, dass auch Kelchblätter abortiren können. Baillon, sowie auch Bentham und Hooker[2] haben diesen *Phytocreneae* auch die Gattungen *Sarcostigma*, *Natsiatum* und *Jodes* zugerechnet, welche aber des für die *Phytocreneae* charakteristischen Endocarpes entbehren und, wie wir später sehen werden, auch in anderer Beziehung mit letzteren nicht übereinstimmen. Dagegen zeigen unter den echten Icacineen die beiden malayischen Gattungen *Gonocaryum* Miq. und *Ryticaryum* Becc. einige Übereinstimmung mit den *Phytocreneae*, nämlich Vereinigung der Blumenblätter in eine glockige Röhre und starke Behaarung der Blumenblätter. Zudem sind bei *Gonocaryum* das Nährgewebe und der Keimling fast ebenso eigenartig entwickelt, wie bei *Phytocrene*, während bei *Ryticaryum* das Endocarp innen runzelig ist und schon etwas an das warzige oder stachelige Endocarp der *Phytocreneae* erinnert. Diese beiden Gattungen bilden somit eine

[1] Baillon in de Candolle, Prodromus XVII. p. 7—25.

[2] Bentham and Hooker, Genera plant. I. 350.

wichtige Brücke, die von den echten *Icacineae* hinüberführt zu den *Phytocreneae*, welche, wie wir später sehen werden, in ihrem anatomischen Verhalten recht sehr von den echten Icacineen abweichen. Die Entwickelung des Nährgewebes in dem stets dünnschaligen Samen der Icacinaceen ist recht verschieden. Bei zahlreichen Gattungen bleibt der Keimling im Samen klein und liegt an dem einen Ende des in der Mitte oft einen Spalt zeigenden Nährgewebes. Bei *Icacina* liegt der Keimling mehr in der Mitte des Nährgewebes und hat breite flache Keimblätter. Bei *Rytidcaryum* ist der Embryo nur wenig kürzer als sein Nährgewebe und hat an dem kurzen Stämmchen grosse flache Keimblätter. Bei *Gonocaryum* endlich ist das Nährgewebe an seiner Peripherie vielfach zerklüftet und die sehr dünnen Keimblätter sind gefaltet. Breite laubige Keimblätter finden wir bei allen *Phytocreneae*, deren Samen uns bekannt sind, bei *Pyrenacantha* Hook., *Miquelia* Meissn., *Chlamydocarya* Baill. und *Phytocrene* Wall., desgleichen bei *Natsiatum* Ham. und *Jodes* Blume. Bei *Phytocrene* ist nun noch ganz besonders auffallend die starke Zerklüftung des Nährgewebes und die Längs- und Querfaltung des Embryo, welche bei *Gonocaryum* ihr Analogon finden. Die Gattung *Sarcostigma* Wight et Arn., welche die früheren Autoren auch zu den *Phytocreneae* rechneten, hat (nach den Angaben von Bentham und Hooker, sowie Baillon's — ich selbst hatte keine Samen zur Verfügung) im reifen Samen kein Nährgewebe mehr aufzuweisen; sie ist also in dieser Beziehung weiter vorgeschritten, als die *Phytocreneae*.

Mit Rücksicht auf die Beschaffenheit der Frucht und des Embryo lassen sich die bisher zu den Icacinaceen gestellten Gattungen in vier Gruppen bringen, welche sich folgendermaassen charakterisiren:

1. *Icacineae*. Bäume oder Sträucher, selten kletternd, mit stets ganzrandigen, eiförmigen bis lanzettlichen Blättern, meist mit Zwitterblüthen. Endocarp der Frucht innen glatt oder nur runzelig. Embryo klein, am Scheitel des Nährgewebes, seltener so lang wie dieses.

2. *Jodeae*. Kletternde Sträucher, bisweilen mit Ranken, mit ganzrandigen, eiförmigen oder herzförmigen gezähnten Blättern, mit oberseits schwach gefurchtem Blattstiel, mit eingeschlechtlichen Blüthen. Endocarp der Frucht innen runzelig. Embryo stets gross, fast so lang wie das Nährgewebe, mit dünnen breiten Keimblättern.

3. *Sarcostigmateae*. Kletternde Sträucher, mit länglichen, ganzrandigen Blättern, mit stielrundem Blattstiel, mit eingeschlechtlichen Blüthen. Endocarp der Frucht innen runzelig. Embryo nicht

von Nährgewebe umgeben, mit dicken fleischigen Keimblättern.

4. *Phytocreneae*. Meist kletternde Sträucher, häufig mit gezähnten oder gelappten Blättern, mit stielrundem Blattstiel, selten mit Zwitterblüthen, meist zweihäusig. Endocarp innen warzig oder stachelig. Embryo so lang wie das Nährgewebe, mit dünnen breiten Keimblättern.

Die Gattungen *Lophopyxis* Hook. f. und *Cardiopteryx* Wall.,[1] von denen später die Rede sein soll, sind hierin noch nicht eingeschlossen.

Es haben nun meine Untersuchungen ergeben, dass die vier genannten Gruppen auch anatomisch gut charakterisirt sind und dass somit dieselben als natürlich gelten können.

Das Hautgewebe und das mechanische Gewebe zeigt bei den vier Gruppen keine erheblichen Verschiedenheiten; die Unterschiede liegen hauptsächlich in den Leitungsgeweben.

1. ***Icacineae.*** Das mechanische Gewebe des Pericykel stellt hier fast immer einen continuirlichen Cylindermantel dar, der entweder nur aus dickwandigen Bastzellen oder aus Bast und fast isodiametrischen Sklerenchymzellen gebildet wird; letzteres ist der Fall bei *Villaresia paniculata* (Mart.) Miers, *Platea excelsa* Blume, *Leptaulus daphnoides* Benth., *Gonocaryum gracile* Miq., *Emmotum fagifolium* Desv., *Poraqueiba guianensis* Aubl., *Urandra apicalis* Thwaites, *Apodytes dimidiata* E. Meyer, wo das Sklerenchym sehr stark vorherrscht, *Rhaphiostyles Poggei* Engl., *Pennantia Endlicheri* Reiss. — Im Hadrom finden wir durchgehends mit spaltenförmigen Hoftüpfeln versehene Tracheiden (Fasertracheiden), meist in Gruppen, welche aus 2–4 Schichten mit deutlich radiärer, nur hier und da durch die Gefässe gestörter Anordnung bestehen. Die Markstrahlen sind in den meisten Fällen 1 bis 3 reihig, selten breiter, so bei *Chariessa Smythii* (F. v. Muell.) Becc. theilweise 5–6 reihig, bei *Emmotum fagifolium* Desv. 3–5 reihig. Von den Gefässen liegen nur selten viele (so bei *Platea excelsa* Blume und *Pennantia Endlicheri* Reiss.) in einer Reihe, meist sind sie in den Prosenchymgruppen unregelmässig vertheilt; sie besitzen an ihren Längswänden mehr oder weniger spaltenförmige gehöfte Tüpfel und an ihren sehr steilen und langen Scheidewänden zeigen sie Leiterperforirung, die gegen die Längswand hin bisweilen in netzförmige übergeht.

So fand ich es bei allen Gattungen, welche ich untersuchen konnte (*Cassinopsis, Villaresia, Chariessa, Platea, Alsodeiopsis, Leptaulus,*

[1] Die Gattung wurde von Wallich in »Plantae asiaticae rariores« *Cardiopteris* genannt; der Name lautet aber richtig gebildet *Cardiopteryx* und collidirt dann nicht mit dem der fossilen Farngattung *Cardiopteris* Schimp.

Lasianthera, *Stemonurus*, *Urandra*, *Apodytes*, *Rhaphiostyles*, *Desmostachys*, *Pennantia*, *Kummeria*, *Mappia*, *Leretia*, *Icacina*, *Emmotum*, *Poraqueiba*); bisweilen geht auch an den Längswänden gegen die Enden hin die gehöfte Tüpfelung in netz- oder leiterförmige Verdickung über. Der Durchmesser der einzelnen Gefässe ist $1^1/_2$–3 mal so gross, als der der Tracheiden. Schliesslich ist noch zu bemerken, dass die Entwickelung des Hadroms allseitig dieselbe ist und dass auch die Gefässe in dem secundären Hadrom in radiärer Richtung ziemlich gleichmässig vertheilt sind.

2. ***Jodeae.*** Das mechanische Gewebe des Pericykel wird auch hier durch einen fast continuirlichen Mantel von Bast und Sklerenchym gebildet (*Jodes* Blume und *Polyporandra* Becc.) oder es ist ringsum nur dickwandiger Bast vorhanden (*Natsiatum* Ham.). Im Hadrom finden wir sowohl bei *Jodes* und *Polyporandra* wie bei *Natsiatum* Gefässe mit spaltenförmigen Hoftüpfeln und mit einfacher Perforation der Querwände; die Länge der einzelnen Glieder ist etwa 4–6 mal so gross wie der Querdurchmesser, doch kommen bei *Jodes* und *Natsiatum* in dem auf das Ringholz folgenden Hadrom auch sehr weite Gefässe vor, bei denen ebenso wie bei der unten zu besprechenden Gruppe der *Phytocreneae* die Länge der Glieder nur $1^1/_2$–3 mal so gross ist, als ihr Durchmesser. Bei allen drei Gattungen finden wir die Gefässe von Tracheiden umgeben. Die Entwickelung des Hadroms bei *Jodes* ist bereits eingehend von B. L. Robinson (Annales du jardin botanique de Buitenzorg VIII. S. 96 ff.) beschrieben worden. Es sind im Hadrom verschiedene Schichten zu unterscheiden: auf die primären Gefässe, welche die Markscheide bilden, folgt eine von Robinson als »Ringholz«, von Strasburger als »axiales Holz« bezeichnete Schicht, welche da, wo sie sich an die primären Gefässe anschliesst, ebenfalls Gefässe enthält, im Übrigen aber meist aus Tracheiden besteht, von denen je 1–2 Reihen von je 2 einreihigen Markstrahlen eingeschlossen sind. Während dieses Ringholz ringsum ziemlich gleich breit ist, ist das darauf folgende Hadrom nach den verschiedenen Richtungen hin sehr ungleichmässig entwickelt, nämlich an den beiden nicht Blätter tragenden Seiten des Internodiums sehr stark und reich an weitlumigen Gefässen, welche die meist zweireihigen und von je 2 einreihigen Markstrahlen eingeschlossenen Tracheidenreihen unterbrechen, dagegen an den beiden beblätterten Seiten in einer viel dünneren Lage, bestehend aus spindelförmigen durch Quertheilung von Cambium entstandenen Zellreihen, von denen die einen weitlumig und lang, die anderen englumig und 2–3 mal kürzer sind; ausserdem treten vereinzelt englumige Gefässe auf. Während aber bei *Jodes tonen-*

tella Miq. dieses Gewebe zartwandig bleibt, geht es bei *J. ovalis* Blume und bei *Polyporandra Hansemanni* Engl. sehr früh in Verholzung über.

Auch die Gattung *Natsiatum* zeigt im Wesentlichen dieselben Verhältnisse, wie *Jodes* und *Polyporandra* bezüglich der Hadromentwickelung, obwohl *Natsiatum* nicht wie diese mit Ranken klettert und auch nicht gegenständige Blätter besitzt, sondern abwechselnde; auch bei *Natsiatum* ist der Holzkörper zweilappig (bisweilen auch dreilappig) entsprechend 2 Orthostichen, welche hier von alternirenden, nicht gegenständigen Blättern gebildet werden. An den Blattseiten der Internodien erfolgt nur spärliche Hadromentwickelung. Bei allen 4 von mir untersuchten Arten der *Jodeae* ist das Leptom rings um das Hadrom entwickelt, aber bei *Jodes tomentella* Blume finden sich an den beiden Seiten mit breiterer Hadromentwickelung nur schwache unregelmässig vertheilte Gruppen, dagegen an den beiden Seiten mit schwächerer Hadromentwickelung, also an den Blätter tragenden, je 3 breite durch breite Markstrahlen getrennte Stränge von Leptom, entsprechend je 3 Gruppen primären Hadroms, denen sie nahezu gegenüber liegen. Während also bei den *Icacinaceae* die Wasserleitung im ganzen Umfang der Zweige ziemlich gleichmässig vor sich geht, macht sich bei den *Jodeae* ein Fortschritt darin bemerkbar, dass an den nicht beblätterten Seiten Hadrom mit weitlumigen Gefässen besonders reichlich entwickelt wird. Die weitlumigen Gefässe sind, wie es namentlich von den später zu besprechenden *Phytocreneae* bekannt ist, besonders reichlich mit Wasser erfüllt. Da nun die weiten Wasserleitungsröhren bei den Blättern vorbei in die folgenden Internodien hineinführen, so ist anzunehmen, dass in ihnen vorzugsweise die Bewegung des Wassers vom Boden bis zum Ende der Liane erfolgt, während das gefässarme aber tracheidenreiche Hadrom der Blattseiten das für die Blätter nöthige Wasser herbeischafft. Man kann sich leicht vorstellen, wie diese Anpassung entstanden ist. Die reiche Entwickelung zahlreicher und langer Internodien und die vorzugsweise erst am Ende der in die Baumkronen hinaufgeklettertenen Liane erfolgende Verzweigung hat einen besonders starken Wasserverbrauch in den oberen Regionen des Stengels zur Folge. Da nun immer die Bewegung der Stoffe nach der Richtung hin erfolgt, wo sie am meisten verbraucht werden, so ist leicht verständlich, dass das Bodenwasser vorzugsweise in den zwischen den Blättern entwickelten Hadrompartien fortgeleitet wird und der zugleich an diesen Stellen vorhandene Wasserreichthum eine Erweiterung der ganzen Gefässe zur Folge hat. Ebenso bezeichnet die stärkere Entwickelung des Leptoms an den Blattseiten von *Jodes tomentella* Blume einen Fortschritt gegenüber der allseitig gleichen Entwickelung bei den

übrigen *Jodeae* und bei den *Icacineae*. Die Leptomstränge bilden so ein System, welches vorzugsweise die Blätter und deren Axelknospen verbindet, in welchen der stärkste Verbrauch der im Leptom enthaltenen Baustoffe stattfindet. Dr. Schenck,[1] der soeben seine sehr umfangreichen Untersuchungen über den anatomischen Bau der Lianen publicirt hat, sieht mit Strasburger in den weiten Gefässen vorzugsweise der Wasserspeicherung dienende Organe und führt die Entwickelung weiterer Gefässe darauf zurück, dass der Stamm der Lianen im Verhältniss zu seiner reich entwickelten Laubkrone einen relativ geringen Durchmesser besitzt und somit in seinem Holz eine bedeutend grössere Menge von Wasser leiten muss, als ein gleich dicker Holzcylinder eines Baumes.

Robinson[2] hat an älteren Zweigen der zuletzt erwähnten Art, wie sie mir nicht zugänglich waren, das sehr eigenthümliche Verhalten constatirt, dass in dem Ringholz da, wo die Blattspuren von dem Ring abgehen, zwei Lücken entstehen, in welche das peripherische Cambium eindringt, um dann schliesslich um jede Hälfte des Ringholzes und des Hadromes herum einen fast continuirlichen Ring zu bilden und in jeder seiner beiden neugebildeten markständigen Hälften zwei Leptombündel zu erzeugen. Da aber bei keiner anderen Icacinacee die Erscheinung wieder beobachtet wird, so ist sie sicher nicht von irgend welchem systematischen Werth und mehr als Curiosum anzusehen.

3. ***Sarcostigmateae.*** Von der hierher gehörigen Gattung *Sarcostigma* untersuchte ich die indische *S. Kleinii* Wight et Arn. in Herbarmaterial. Im Gegensatz zu *Jodes* und *Natsiatum* ist bei dieser Kletterpflanze das Hadrom ringsum gleichmässig entwickelt. Zwischen Tracheidengruppen, in welchen die Gefässe sparsam und unregelmässig vertheilt sind, liegen meist zweireihige Markstrahlen. Die Gefässe sind ziemlich von gleicher Beschaffenheit, wie bei den *Jodeae;* aber von geringerer Weite. Vollständig abweichend verhält sich *Sarcostigma* bezüglich des Leptomes. Dasselbe ist ausserhalb des Cambiumringes nur sehr schwach entwickelt, dagegen sind auf jedem Querschnitt interxyläre Leptomstränge von ovalem Querschnitt wahrzunehmen; ich fand deren 3 in einem Kreise liegend und in das Hadrom eingebettet.

Da mir von *Sarcostigma* nur trockenes Material zur Verfügung stand, so konnte ich die Entstehung der interxylären Leptomstränge nicht entwicklungsgeschichtlich verfolgen, jedoch findet man an Quer-

[1] H. Schenck, Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen, II. Theil, S. 7.

[2] Robinson, On the stem-structure of *Jodes tomentella* Miqu. etc. in Annales du jardin botanique de Buitenzorg. VIII. 98—114, t. XVIII. f. 1, 4.

schnitten aus dem oberen Theil eines Internodiums auch bisweilen einen Leptomquerschnitt aussen an den das Hadrom umgebenden Cambiumring anschliessend, woraus hervorzugehen scheint, dass nachdem das Cambium an einzelnen Stellen (den Blattseiten) nach innen weniger Hadrom, nach aussen aber reichlicher Leptom entwickelt hat, der hierdurch unterbrochene Cambiumring ausserhalb des Hadroms wieder durch einen neuen ausserhalb des Leptomstranges entstehenden Cambiumstreifen ergänzt wird und dann wieder ringsum Hadrom erzeugt, welches den zuvor gebildeten Leptomstrang einschliesst.

4. ***Phytocreneae.*** Das mechanische Gewebe wird bei diesen aus dickwandigem Bast und aus Collenchym gebildet. Ersterer bildet einen fast continuirlichen Mantel bei *Pyrenacantha volubilis* Hook. f. und bei *Miquelia Kleinii* Miq., einen mehr unterbrochenen Mantel bei den anderen Gattungen: *Trematosperma* Urban, *Chlamydocarya* Baill. und *Phytocrene* Wall. In den jüngeren Zweigen ist allgemein unter dem wenigschichtigen grünen Hypoderm eine mehrere Zelllagen starke Collenchymschicht anzutreffen, die von dem darunter liegenden Bast nur durch wenige Parenchymschichten getrennt ist. An älteren Stengeln von *Phytocrene macrophylla* Blume und *Chlamydocarya Soyauxii* Engl. geht das Collenchym nach aussen noch in einen mehrere Schichten starken Sklerenchymmantel über und auch an dem knolligen Stamm von *Trematosperma* finden sich unter dem mehrschichtigen grünen Parenchym 1–2 Schichten Sklerenchym, das hier nur in geringem Grade mechanisch wirkt, da der Stamm auch durch ein saftstrotzendes Parenchym gefestigt wird.

Das Hadrom verhält sich bei allen Gattungen, die ich als *Phytocreneae* zusammenfasse, im Wesentlichen so, wie dies von B. L. Robinson[1] für *Phytocrene* angegeben wurde. Durchweg ist das Hadrom stärker entwickelt an den Theilen, welche zwischen den Blattinsertionen liegen, unterhalb der letzteren tritt in der Regel das Leptom mehr hervor; allemal bildet sich zuerst um das Mark Ringholz, an dessen innerem Rande die primären Gefässe eingebettet sind, und darauf folgt an den zwischen den Blattinsertionen liegenden Theilen eine starke Auflagerung von Hadrom mit zahlreichen Gefässen, insbesondere mit vielen weitlumigen, kurzgliederigen mit horizontal liegenden, einfach perforirten Querwänden und mit gehöften Tüpfeln, — an den unterhalb der Blattinsertionen gelegenen Theilen dagegen zunächst eine schwache Auflagerung von Hadrom mit gar keinen oder wenigen englumigen Gefässen; statt

[1] B. L. Robinson in Bot. Zeitung 1889 Nr. 40–43.

dieser finden wir englumige ein Maschennetz bildende Tracheiden, durchsetzt von Strahlen weitlumigerer parenchymatischer Zellen, wie dies namentlich auch auf dem in Fig. 1 dargestellten halb tangentialen

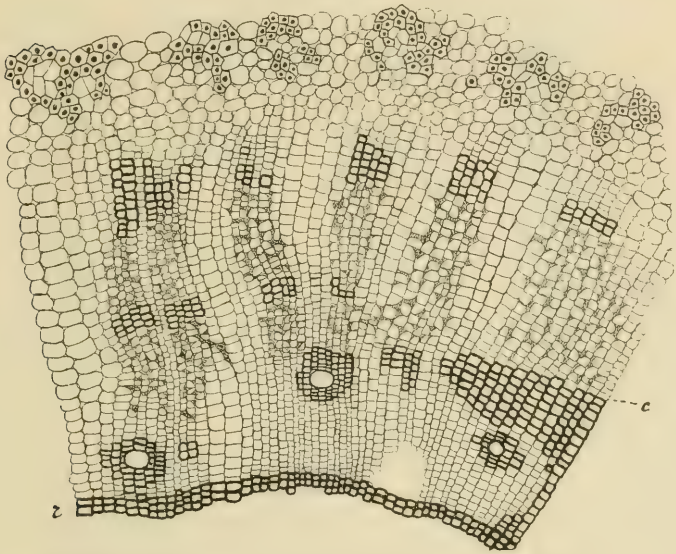
Fig. 1.

Trematosperma cordatum Urban. Halbtangentialer Längsschnitt durch einen 1.5 cm dicken Zweig. *R* die maschenförmig verbundenen Stränge des Ringholzes, durchsetzt von Parenchymstrahlen (*P*). — *L L* die maschenförmig verbundenen Leptomstränge, durchsetzt von reichlich Krystalldrüsen führendem Parenchym. — *T, T* maschenförmig vorhandene Tracheidenstränge. — Reproduction der photographischen Aufnahme.

Schnitt eines Stengels von *Trematosperma cordatum* Urban hervortritt. Der gefässreichen Hadromplatte entspricht in der Regel nach aussen

nur schwaches Leptom, während dasselbe gegenüber dem gefässarmen Hadrom (also vor den Blättern) oft sehr reichlich entwickelt ist. Doch ist dieser Unterschied in der Leptomentwicklung nicht bei allen

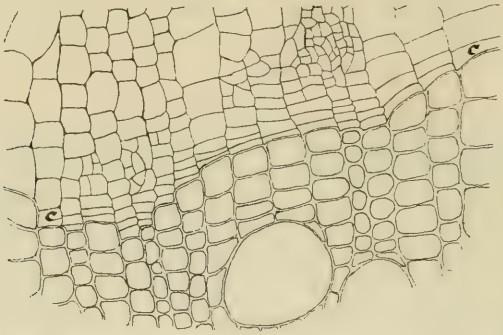
Fig. 2.



Trematosperma cordatum Urban. Querschnitt durch einen Theil eines 1 cm dicken Stengels (8 2/1). *r* äusserste Schichten des Ringholzes oder Axialholzes. Darauf folgt das saftreiche mehrfach von Parenchym durchsetzte Hadrom mit einzelnen grossen Gefässen und hierauf die Leptomhadromstränge, hervorgegangen aus dem das saftreiche Hadrom umgebenden Cambium (*c*). Die dickwandigeren Querschnitte gehören den Tracheiden an, die kleinzelligen Partien sind Leptom, dazwischen weitlumiges Parenchym.

Phytocreneae gleich stark; nämlich bei der Gattung *Trematosperma* Urban ist zwar, wie aus Querschnitten junger Stengel hervorgeht (Taf. II Fig. 1 und 2), die Hadromentwickelung an den unterhalb der Blattinsertionen gelegenen Stellen unterbrochen; aber die Leptomentwickelung ist, wenigstens an den älteren Zweigen, ringsum gleich mächtig und zwar ganz auffallend stark. Zwar sehen wir an dem in Fig. 3 dargestellten Querschnitt eines jungen Zweiges die sogleich zu besprechenden dem Leptom anliegenden Tracheidengruppen nur an der Blattseite (so will ich den Theil des Internodiums nennen, welcher unterhalb der Blattinsertion liegt) hervortreten, hingegen nicht an den Zwischenblattseiten; jedoch ist bei etwas dickeren und weiter vorgeschrittenen Stengeln die Entwickelung des Leptoms und der sie begleitenden Tracheidengruppen an den Blattseiten und Zwischenblattseiten der Internodien eine annähernd gleichartige (vergl. Fig. 2).

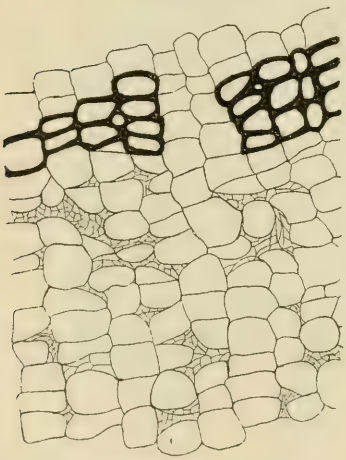
Fig. 3.



Trematosperma cordatum URBAN. Querschnitt durch einen Theil eines 1 cm dicken Stengels (340/1). Von *c* bis *c* Cambium, auf der inneren Seite desselben ein Theil einer Hadromplatte mit Fasertracheiden und 2 grossen Gefässen von 0.05 mm Weite, auf der äusseren Seite das englumige Leptom und grosszellige Parenchym.

Eine recht auffallende Erscheinung, die uns hier zunächst bei *Trematosperma* entgegentritt, ist nun die, dass die Tracheidengruppen entweder mit Leptomschichten abwechseln oder dem Leptom anliegen. Das Cambium verläuft zwar nicht ganz regelmässig in gleichem Abstande vom Centrum des Stengels; aber man findet es an der Peripherie des gefässreichen Hadroms und zwischen den Hadromplatten ungefähr in derselben Zone (Fig. 2 und 3 *c*), allerdings mehrfach von den Markstrahlen unterbrochen. Dieses Cambium, welches nach innen an den Zwischenblattseiten Hadrom, an den Blattseiten saftreiches Parenchym entwickelt, erzeugt nach aussen zunächst getüpfelte Tracheiden und dann Leptom, letzteres reichlich durchsetzt von Parenchymgruppen. Das Leptom besteht aus Siebröhren und Geleitzellen, welche kaum mehr als dreimal so lang sind, wie die dazwischen gelagerten Parenchymzellen. Die Querschnitte zeigen häufig deutlich die Continuität der Zellreihen von den Tracheiden des inneren Hadroms an bis zu den äusseren dem Leptom an ge-

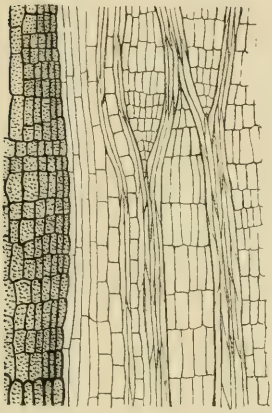
Fig. 4.



Trematosperma cordatum URBAN. Querschnitt durch einen Leptomhadromstrang, wie in Fig. 2, aber stärker vergrössert (340/1).

lagerten Tracheiden (Fig. 2 und 4). Ferner überzeugt man sich an radialen und tangentialen Längsschnitten leicht, dass das Leptom ein reich entwickeltes Maschennetz darstellt.

Fig. 5.



Trematosperma cordatum Urban. Schiefer Längsschnitt durch einen Stengel. Links ein Theil des Ringholzes. Rechts davon Maschen bildende Leptomstränge mit dazwischen gelagertem Parenchym.

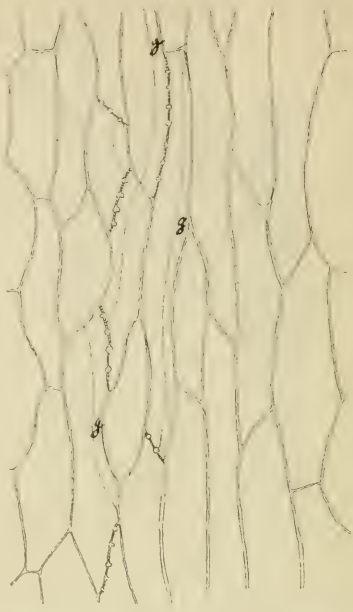
Fig. 6.

Trematosperma cordatum Urban. Längsschnitt durch eine äussere Tracheidengruppe, die in Fig. 4 quer durchschnitten ist.

Der in Fig. 5 dargestellte Schnitt ist nicht vollkommen radial, sondern etwas schief und geht durch eine kurzzellige Gruppe des Ringholzes, dann durch das dickwandige, demselben anliegende saftreiche langzellige Gewebe, sodann durch mehrere mit einander netzförmig verbundene Leptomstränge. Fig. 6 zeigt einen Längsschnitt durch eine innere Tracheidengruppe. Auch Fig. 1, welche einen halb tangentialen Schnitt darstellt, zeigt deutlich die maschenförmige Verbindung der mächtig entwickelten Leptomstränge und ihr Verhältniss zu dem dazwischen gelagerten Parenchym; man bemerkt aber auch anderseits, dass die äusseren Tracheidenstränge, welche dem Leptom anliegen, unter sich durch schräg verlaufende Tracheidengruppen verbunden sind. Eigenthümlich ist, dass die Siebröhren trotz ihrer Kürze oft sehr lange Siebplatten haben, welche vorzugsweise an den radialen Schnitten von der Fläche sichtbar werden (Taf. II Fig. 5), während an den tangentialen und an den schiefen Schnitten die Siebplatten durchgeschnitten werden (Fig. 7). Auch in dem mächtigen 3^m Dicke erreichenden knolligen Stamm von *Trematosperma* findet man sowohl in der Längsrichtung als wie schief und quer verlaufende Leitbündel, welche aus Leptom und mit gehöften spaltenförmigen Tüpfeln

versehenen Gefässen und Tracheiden bestehen. Diese Bündel sind aus neuerzeugten Cambien entstanden, welche sich in dem mächtigen durch intercalares Wachsthum ungemein erweiterten Grundgewebe des Stammes bildeten. Diese Cambien sind unregelmässig zerstreut und auf die später von den Mestomsträngen eingenommenen Stellen beschränkt. Es sei hierbei daran erinnert, dass auch in dickeren Stämmen von *Phytocrene* secundäre Cambien entstehen, in welchen neue Hadromstränge und Leptom-Hadromstränge erzeugt werden;[1] dort bilden aber das secundäre und die folgenden Cambien continuirliche Zonen, welche bald im Pericyclus, bald auch zwischen den älteren Leptom-Hadromsträngen und dem Bast verlaufen, und ebenso wie das erste Cambium nach aussen gefässreiche Hadromstränge und gemischte Leptom-Hadromstränge erzeugen, die grösstentheils von den Radien der zuerst gebildeten gleichnamigen Elemente getroffen werden, meist aber viel unregelmässiger sind, als die zuerst gebildeten. Bei dem dritten, vierten und den folgenden Cambien von *Phytocrene* nehmen die Unregelmässigkeiten immer mehr zu und die Dicke der Cambien sowie der aus ihnen hervorgehenden Stränge nimmt immer mehr ab, auch treten nunmehr häufig hinter den Leptom-Hadrombündeln gefässreiche Hadrombündel auf und umgekehrt hinter diesen ein oder einige Leptom-Hadrombündel. Von *Trematosperma* ist schliesslich noch zu erwähnen, dass hier schon in jungen Stengeln die grosszelligen Markstrahlen zwischen den ausserhalb des Ringholzes gelegenen Leptom-Hadromsträngen verschleimen, dass auch diese selbst an der Verschleimung theilnehmen und häufig der zwischen den gefässreichen Hadromauflagerungen gelegene Raum von grossen Schleim-

Fig. 7.



Trematosperma cordatum Urban. Schiefer, fast tangentialer Schnitt durch eine Leptompartie und angrenzendes Parenchym. Die Siebplatten im Längsschnitt; *g* die Geleitzellen.

[1] Robinson in Bot. Zeit. 1889, S. 666 ff.

massen erfüllt ist. Einzelne Schleimgänge treten auch im Hadrom auf (Taf. II Fig. 3, *schl.*), da dasselbe in einzelnen tangentialen Streifen nicht verholzt. Die übrigen Gattungen der *Phytocreneae*: *Pyrenacantha*, *Miquelia*, *Phytocrene* und *Chlamydocarya* sind alle dadurch ausgezeichnet, dass bei ihnen, wenigstens in den jungen Stengeln, in viel höherem Grade als bei *Trematosperma* die Leptombildung auf die Blattseiten der Internodien beschränkt ist; ferner haben die an den Blattseiten verlaufenden Stränge insofern eine eigenthümliche Zusammensetzung, als bei ihnen Leptom und Hadromelemente in eigenthümlicher Weise gemischt sind. Was zunächst die Zahl der Stränge betrifft, so findet man in den jungen Stengeln häufig 3 oder 5 mit $^2/_5$ Divergenz; an den älteren Stengeln der windenden *Phytocrene* werden auch in einer Zone 8, 9, 10, 11, 12, 13 Stränge wahrgenommen; Robinson (a. a. O. S. 681, 682) hat gezeigt, dass diese Zahlen im Zusammenhang mit der $^5/_8$- und $^5/_{13}$-Stellung der Blätter stehen, dass aber die Stränge durch mehrere Internodien verlaufen und oberhalb der Blattinsertionen enden, so dass auf einzelnen Querschnitten die Zahl der Platten der Zahl der Orthostichen entspricht, während sie auf anderen Querschnitten geringer ist. An 1^{cm} dicken Zweigen der *Chlamydocarya Soyauxii* Engl. fand ich bereits 5 Kreise von Leptom-Hadromsträngen und zwar interxylär, zweifellos alle aus demselben Cambiummantel hervorgegangen. Der innerste Kreis wird wie bei einjährigen Zweigen der *Chlamydocarya Thomsoniana* Baill. aus 5 Strängen gebildet, welche um $^2/_5$ divergiren, in den folgenden Kreisen werden die Stränge zahlreicher und zeigen keineswegs immer gleiche Abstände. Leider verfüge ich nur über ein kurzes Stammstück mit 2 Internodien, welches nicht gestattet, den Verlauf dieser Leptomstränge festzustellen.

Über die Zusammensetzung der Leptom-Hadromstränge von *Phytocrene*, *Chlamydocarya*, *Pyrenacantha*, *Miquelia* ist Folgendes zu bemerken: Siebröhren und Geleitzellen sind in eigenthümlicher Weise mit Tracheiden gemischt, bei *Phytocrene macrophylla* Blume so, dass auf eine tangentiale Reihe von Siebröhren eine Schicht von 2–3 tangentialen Reihen Tracheiden folgt, anderseits die Siebröhren mit den Tracheiden radiäre Reihen bilden, welche von einander durch Reihen englumiger Cambiform- und kurzer Sklerenchymzellen oder auch Krystallschläuche getrennt sind, die sich an die Markstrahlen anschliessen. Wir haben hier Stränge vor uns, die wir als Leptom-Hadromstränge oder als gemischte Stränge bezeichnen können. Von de Bary (Vergl. Anatomie S. 592) und Robinson (Bot. Zeitung 1889, S. 662 ff.) werden diese Leptom-Hadromstränge »Bastplatten« genannt.

doch ist diese Bezeichnungsweise nicht beizubehalten, da von Bast in diesen Strängen keine Spur enthalten ist. Bei *Phytocrene palmata* Wall. fand ich keine so regelmässige Anordnung des Leptoms und Hadroms, wie bei *Phytocrene macrophylla* Blume. Zwar liegen auch hier die Siebröhren ziemlich deutlich in radialen Reihen und haben ihre ungemein steilen und langen Siebplatten radial gestellt; aber die Querreihen der Tracheiden sind nicht so regelmässig, wie bei der anderen Art, bald liegen zwischen 2 Siebröhren einer radialen Reihe 2, bald 3, bald 4 Schichten von Tracheiden, bald auch nur eine. *Miquelia Kleinii* Meissn. zeigt wieder eine ungemein regelmässige Vertheilung der Leptom- und Hadromelemente mit deutlich hervortretenden ein- und zweischichtigen Tracheidenreihen; *Pyrenacantha volubilis* Hook. f. dagegen verhält sich so wie *Phytocrene palmata*; bei den beiden von mir untersuchten Arten der Gattung *Chlamydocarya*, *Chl. Thomsoniana* Baill. und *Chl. Soyauxii* Engl. dagegen treten die Tracheiden nur ganz vereinzelt in den Strängen auf und das Leptom gewinnt hier vollständig die Oberhand, was wohl damit zusammenhängen mag, dass hier diese Stränge von dem Hadrom vollständig umschlossen werden (Taf. II Fig. 5).

Somit kann als ein gemeinsames Merkmal der von mir zu den *Phytocreneae* gestellten und durch ein stacheliges Endocarp ausgezeichneten Gattungen das Vorkommen von gemischten Leptom-Hadromsträngen angesehen werden.

Dass im anatomischen Bau der hinsichtlich ihrer Blüthenverhältnisse einander so nahe stehenden *Icacineae*, *Jodeae*, *Sarcostigmateae* und *Phytocreneae* so beträchtliche Verschiedenheiten wahrgenommen werden, erscheint auf den ersten Blick befremdlich; es findet theilweise seine Erklärung in der verschiedenen Lebensweise der Vertreter dieser Gruppen; aber keineswegs ausschliesslich in derselben. Die *Icacineae* sind Bäume und Sträucher, bei denen, obwohl sie auch bisweilen als »scandentes« bezeichnet werden, das Klettern noch nicht weit vorgeschritten ist, bei denen namentlich kürzere Internodien und reiche Verzweigung die Regel sind, so dass also eine allseitig gleichmässige Vertheilung der Leitungsbahnen hier sich noch nützlich erweist. Die *Jodeae*, *Sarcostigmateae* und *Phytocreneae* sind kletternde oder schwach windende Pflanzen, meistens mit langen Internodien, nur bei *Trematosperma cordatum* Urban tritt das Klettern und Winden der Zweige zurück. Für solche Pflanzen kann einerseits die einfache Perforirung der weiten Gefässe, welche diesen drei Gruppen zukommen, anderseits die Einschränkung der Entwickelung des Hadroms an den Zwischenblattseiten und des Leptomes an den Blattseiten nur von Vortheil sein; die Wasserbewegung und die Bewegung der assimilirten

Stoffe wird durch diese Organisation beschleunigt, namentlich wird durch die localisirte Entwickelung des Hadroms und des Leptoms eine zu starke Verbreitung der geleiteten Stoffe in seitlicher Richtung eingeschränkt. Der Umstand, dass bei dem nur in geringem Grade windenden *Trematosperma cordatum* die Vertheilung der Leptom-Hadromstränge und des saftreichen gefässführenden Hadroms später eine annähernd gleichmässige in der ganzen Peripherie der Stengel ist, scheint noch besonders dafür zu sprechen, dass die Einschränkung der Leitungsbahnen bei den kletternden *Phytocreneae* eine specifische Einrichtung für Kletterpflanzen ist. Es scheint einleuchtend, dass bei *Trematosperma cordatum*, welches in geringer Höhe über der mächtigen Stammknolle schon reichlich Äste entwickelt, eine allseitige Entwickelung der Leitungsbahnen mehr von Vortheil ist, zumal einerseits das mächtige knollige Wasserreservoir in den langen Zeiten der Trockenheit, welche im Somaliland[1] herrschen, die Zweige mit Wasser zu versorgen hat, anderseits bei dem mächtigen Durchmesser der Knolle eine allseitige Zuführung von assimilirten Stoffen nothwendig ist. Die bei *Trematosperma cordatum* Urban ebenfalls vorhandenen weiten Gefässe können als ein Erbtheil angesehen werden, welches *Trematosperma* von seinen Vorfahren empfangen hat, welche wie die übrigen jetzt lebenden *Phytocreneae* wahrscheinlich auch Hydromegathermen waren, d. h. in einem warmen und regenreichen Klima gediehen. So würden also die bei *Trematosperma cordatum* auftretenden Ausnahmen eher dafür, als dagegen sprechen, dass die Localisirung der Leitungsbahnen in der bei den anderen *Phytocreneae* auftretenden Weise eine specifische Anpassungserscheinung bei Kletterpflanzen ist.

Dass eine derartige Organisation für die Kletterpflanzen von Vortheil ist, geht auch daraus hervor, dass sie bei Kletterpflanzen der verschiedensten Familien, wenn auch nicht immer in derselben Combination, wiederkehrt. Gewiss ist aber auch, wie Schenck (Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen II 26) ausführt, die Zertheilung des Holzkörpers von Vortheil für die Biegungsfähigkeit und Torsionsfähigkeit der Stämme. Die einfache Perforation der Gefässe herrscht entschieden bei den Kletterpflanzen vor (*Aristolochiaceae, Nepenthaceae, Malpighiaceae, Polygalaceae, Connaraceae, Combretaceae, Apocynaceae, Asclepiadaceae, Convolvulaceae, Bignoniaceae, Cucurbitaceae* etc.), wenn auch in einzelnen Familien mit Kletterpflanzen, z. B. den *Vitaceae* und *Caprifoliaceae* leiterförmige Perforation der Gefässe die Regel ist und um-

[1] Das nördliche Somaliland hat zwei Regenzeiten, eine grosse von April bis Juli oder August, in welcher starke Regengüsse fallen und eine kleine von October bis December. Von Januar bis Ende März ist im Hochland, woselbst *Trematosperma cordatum* Urb. vorkommt, Trockenzeit (Hann, Handbuch der Klimatologie, S. 265).

gekehrt recht viele nicht kletternde Pflanzen ebenfalls einfache Perforirung der Gefässe besitzen.[1] Einschränkung des Leptoms oder bevorzugte Entwickelung desselben an einzelnen Stellen des Stengelumfangs ist ebenfalls bei Kletterpflanzen mehrfach zu finden, jedoch keineswegs so allgemein wie die einfache Perforirung der weiten Gefässe. Die Entwickelung von in das Hadrom einspringenden oder mit demselben abwechselnden Leptomsträngen findet sich bekanntlich häufig bei den *Bignoniaceae*, bei mehreren *Malpighiaceae*, bei einzelnen *Apocynaceae (Condylocarpon* und *Echites)*, einzelnen *Asclepiadaceae (Gymnema sylvestre)*, einzelnen *Celastrus* und einer *Tournefortia* (vergl. DE BARY, Vergl. Anatomie, S. 593): merkwürdigerweise ist aber bei den kletternden *Bignoniaceae* das Hadrom an den Blattseiten,[2] das Leptom an den Zwischenblattseiten der Internodien entwickelt, also gerade umgekehrt, als bei den oben besprochenen *Icacinaceae*. Auch die Entwickelung von interxylärem Leptom, welche wir bei mehreren der kletternden *Icacinaceae* fanden, wird ebenfalls bei Kletterpflanzen angetroffen, bei *Malpighiaceae (Dicella)*, *Combretaceae (Thiloa, Calycopteris)* und namentlich bei *Loganiaceae*: aber die Zahl der nicht kletternden theils denselben Familien, theils anderen angehörenden Pflanzen mit interxylärem Leptom ist ebenso gross, wie die Zahl der Kletterpflanzen (vergl. SOLEREDER a. a. O. S. 32).

Es erweisen sich also bei näherer Betrachtung die anatomischen Eigenschaften, welche den kletternden und windenden *Icacinaceae* ebenso wie einer Anzahl anderer Kletterpflanzen zukommen, durchaus nicht als constantes Merkmal der Kletterpflanzen, wie man nach ihrer physiologischen Bedeutung für dieselben zunächst erwarten könnte. Es wurden auf meine Veranlassung von Hrn. Dr. GILG eine grosse Anzahl von Kletterpflanzen und windenden Pflanzen des botanischen Gartens untersucht: aber die Förderung des Hadroms auf der Zwischenblattseite wurde nur noch beobachtet bei der Asclepiadee *Aranja albens* G. DON,, bei der Piperaceae *Piper Futokadsura* SIEBOLD. Auch ist zu beachten, dass der windende Stengel von *Phytocrene* eine wesentlich andere Vertheilung der Hadrommassen und der gemischten Stränge zeigt, als der ebenfalls windende Stengel von *Chlamydocarya* und *Pyrenacantha*, dass aber anderseits die vier Gattungen *Phytocrene*, *Chlamydocarya*, *Pyrenacantha* und *Miquelia*, die, so viel ich weiss, bei keiner anderen Familie wiederkehrende eigenartige Mischung von Leptom-

[1] SOLEREDER, Über den systematischen Werth der Holzstructur bei den Dicotyledonen, S. 19.

[2] BUREAU sagt in seiner Monographie des Bignoniacées, p. 132: Les quatre premières portions saillantes du bois répondent toujours aux quatre lignes verticales suivant lesquelles se fait l'insertion des feuilles.

und Hadromelementen zeigen. Bei *Trematosperma* ist zwar die Mischung der Leptom- und Hadromelemente etwas anders, als bei den übrigen *Phytocreneae*; aber auch hier erzeugt dasselbe Cambium nach aussen abwechselnd Tracheiden und Siebröhren.

Da die anatomischen Merkmale der Icacinaceen-Gruppen *Jodeae*, *Sacrostigmateae*, *Phytocreneae* nicht ausschliesslich bei Kletterpflanzen beobachtet werden, also nicht bloss auf die Lebensweise dieser Pflanzen zurückzuführen sind, so gewinnen sie eine grössere Bedeutung für die Systematik, namentlich dann, wenn auch andere Merkmale zugleich mit ihnen für eine Gruppe sich constant erweisen. Das ist nun bei den *Icacinaceae* der Fall; wir können die oben gegebene Charakteristik für die vier besprochenen Gruppen der *Icacinaceae* bestehen lassen und brauchen jetzt nur noch Folgendes hinzuzufügen:

1. *Icacineae*. Gefässe mit leiterförmiger Perforation der steilen Querwände.

2. *Jodeae*. Gefässe kurzgliederig, mit einfacher Perforation. Hadrom auf den Zwischenblattseiten vorzugsweise entwickelt. — *Jodes*, *Polyporandra*, *Natsiatum*.

3. *Sarcostigmateae*. Gefässe kurzgliederig, mit einfacher Perforation. Hadrom ringsum gleichmässig entwickelt. Interxyläres Leptom. — *Sarcostigma*.

4. *Phytocreneae*. Gefässe kurzgliederig, mit einfacher Perforation. Saftreiches Hadrom, ausschliesslich oder vorzugsweise auf den Zwischenblattseiten entwickelt. Gemischte Leptom-Hadromstränge an den Blattseiten, selten ringsum (*Trematosperma*).

Durch diese anatomischen Merkmale sind nun die Gruppen der *Icacinaceae*, welche nur geringe Unterschiede in Blüthe und Frucht darboten, noch erheblich schärfer charakterisirt.

Es bleiben nur noch die beiden Gattungen *Lophopyxis* Hook. f. und *Cardiopteryx* Wall. übrig, deren Blüthenbau gestattet, sie mit den Icacinaceen in Verbindung zu bringen, die aber in anatomischer Beziehung von allen bisher besprochenen wiederum abweichen. *Lophopyxis pentaptera* (K. Schum.) Engl. von Neu-Guinea klettert wie die beiden anderen zu dieser Gattung gehörigen Arten mit den in Ranken umgebildeten unteren Ästen der Blüthenstände. Der Querschnitt durch die jungen Äste ist deutlich 5lappig und zeigt unter der mit einzelligen spitzen Haaren versehenen Epidermis ein ringsum gleichmässig entwickeltes parenchymatisches Hypoderm, darunter einen continuirlichen Bastmantel, dann aber unter dem Cambium ringsum durch breite Markstrahlen getrennte Hadrombündel mit je 2–5 Gefässreihen (Taf. II Fig. 6, 7). Auffallend ist nur, dass die vor den Einbuchtungen und die an den Seiten der Lappen liegenden Gefässbündel nach innen

von einer mehrschichtigen, im Querschnitt meist halbmondförmigen Bastlage umgeben sind. Dagegen fehlt eine solche Bastlage vor den am weitesten nach aussen vorspringenden Bündeln. An älteren Zweigen besitzt der ganze Querschnitt zwar eine nahezu kreisförmige Peripherie mit fünf sehr schwachen hervortretenden Lappen; aber der Querschnitt des Markes hat die Gestalt eines Pentagons. Die äussere Bastschicht entspricht der Peripherie. Die Hadrombündel sind nun durch Libriformfasern verstärkt; jedoch enthalten die vor den seichten Lappen befindlichen Bündel, hier auch wieder die unterhalb der Blattinsertionen liegenden, viel weniger Gefässe, als die übrigen und ebenso finden wir auch jetzt im vorgeschrittenen Stadium vor diesen Bündeln keine Bastlagen. Die Libriformfasern liegen in geraden Reihen, je 2–5 von einander durch meist einschichtige Markstrahlen getrennt. Die Gefässe sind wie bei den oben besprochenen Icacinaceen mit gehöften Spaltentüpfeln versehen; ihre schräg, aber nicht sehr steil aufsteigenden Querwände sind einfach perforirt. Die Libriformfasern zeigen sehr enge Spaltentüpfel und entsprechen den gehöften Tracheiden bei den anderen Gruppen. Diese anatomischen Merkmale im Verein mit dem 5fächerigen Gynaeceum berechtigen jedenfalls dazu, die Gattung *Lophopyxis* als Vertreter einer selbständigen Unterfamilie anzusehen.

Cardiopteryx lobata Wall., welche als windende krautige Pflanze mit gelappten Blättern von den bisher besprochenen Icacinaceen schon habituell sehr abweicht, schliesst sich in ihrem anatomischen Verhalten auch nur theilweise an dieselben an. Auf die Epidermis folgte ein aus drei Collenchymschichten bestehendes Hypoderm, dann nur wenige Schichten parenchymatisches chlorophyllführendes Gewebe und eine einfache hier und da unterbrochene Bastschicht, selten mehr als eine Lage stark. Das Hadrom besteht aus zehn primären Gefässbündeln, von denen zwei einander gegenüber und an den nicht blatttragenden Seiten des Internodiums liegende etwas breiter sind, als die anderen, alle in der Mitte mit einer Reihe engerer Spiralgefässe und zu beiden Seiten mit weiteren getüpfelten Gefässen (Taf. II Fig. 8). Zwischen den Bündeln und ausserhalb derselben ist das Hadrom aus Tracheiden gebildet. Hinter den beiden breiteren Bündeln aber folgt auf die Tracheiden noch eine breite Hadromleiste mit etwa zehn Gefässen, deren Lumen noch einmal so gross ist, als dasjenige der zuerst gebildeten Gefässe; sie sind mit gehöften Spaltentüpfeln versehen, sehr kurzgliederig, so dass die Länge der Glieder oft kaum dem Durchmesser gleichkommt, und sind einfach perforirt (Fig. 9); es zeigen also diese Gefässe grosse Übereinstimmung mit denjenigen der *Phytocreneae*. Diesen beiden Hadromleisten entsprechen äusserlich zwei

leistenförmige Wülste, welche im Internodium zwischen den Blättern verlaufen, einige Millimeter unterhalb des nächsten Blattes aber gegen dieses hinbiegen. Endlich ist *Cardiopteryx* noch vor allen anderen Gattungen der *Icacinaceae* durch, wie es scheint, ungegliederte Milchsaftschläuche ausgezeichnet, welche sich in der Peripherie des sehr dünnwandigen und grosszelligen Markes vor den primären Gefässbündeln zerstreut finden.[1]

Die Gattung *Cardiopteryx* stimmt also hinsichtlich ihrer Gefässe und der Beschränkung des secundären Hadroms auf die Zwischenblattseiten mit den *Jodeae* und *Phytocreneae* überein, weicht aber durch ihre Milchsaftschläuche von allen *Icacinaceae* ab. Da nun auch ihre Blüthen und Früchte erheblich anders beschaffen sind, als bei den anderen Gruppen der *Icacinaceae*, so kann *Cardiopteryx* höchstens als Vertreter einer eigenen Unterfamilie bei den *Icacinaceae* Platz finden.

Schliesslich will ich noch anhangsweise auf eine Eigenthümlichkeit von *Trematosperma cordatum* Urban und der Arten von *Pyrenacantha* hinweisen. Schon der erste Beschreiber dieser Pflanze, Prof. Urban,[1] hatte erwähnt, dass am Ende der Hauptnerven der Blätter sich kleine eiförmige Körper befinden, welche sparsam Wasser ausscheiden. Die anatomische Untersuchung von Blättern der im hiesigen botanischen Garten cultivirten Pflanzen ergab, dass diese eiförmigen Körper an der Peripherie von Tracheidenbündeln durchzogen sind, welche an die Leitbündel der Spreite ansetzen (Fig. 8). Von diesen Bündeln

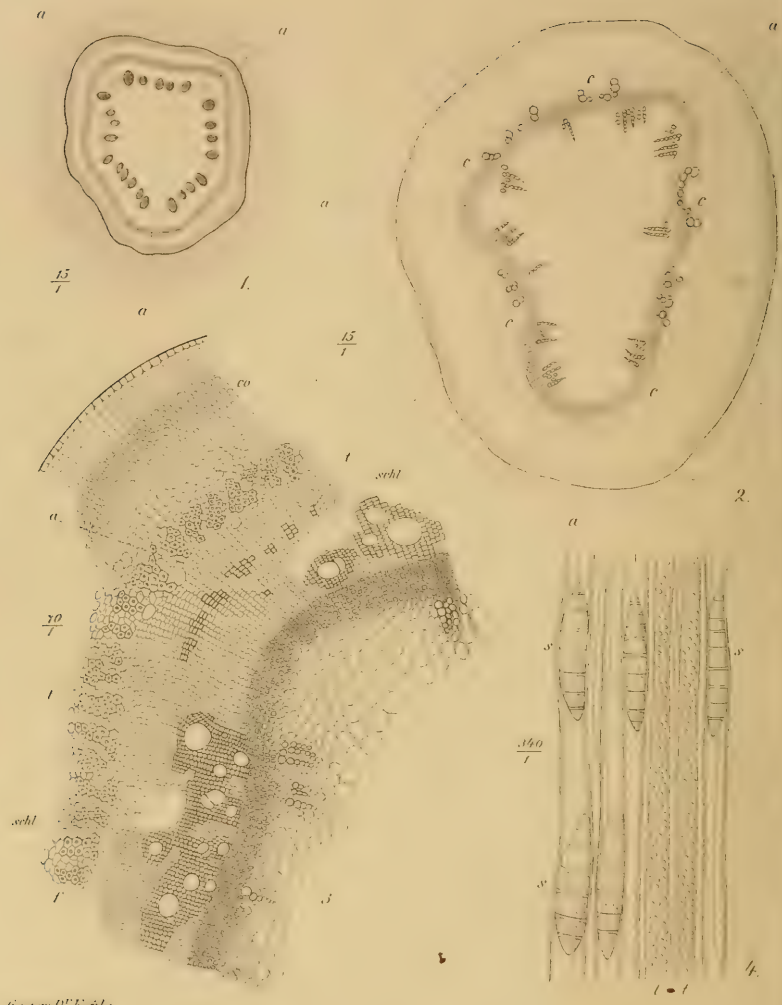
Fig. 8.

Trematosperma cordatum Urban. Wasserausscheidende Drüse am Ende eines Blattnerven im Längsschnitt ($\frac{10}{1}$).

[1] Dieselben wurden kürzlich beschrieben von Thouvenin: Sur la présence de laticifères dans une Olacacée, le *Cardiopteris lobata*; Bulletin de la société botanique de France XXXVIII (1891) p. 129.

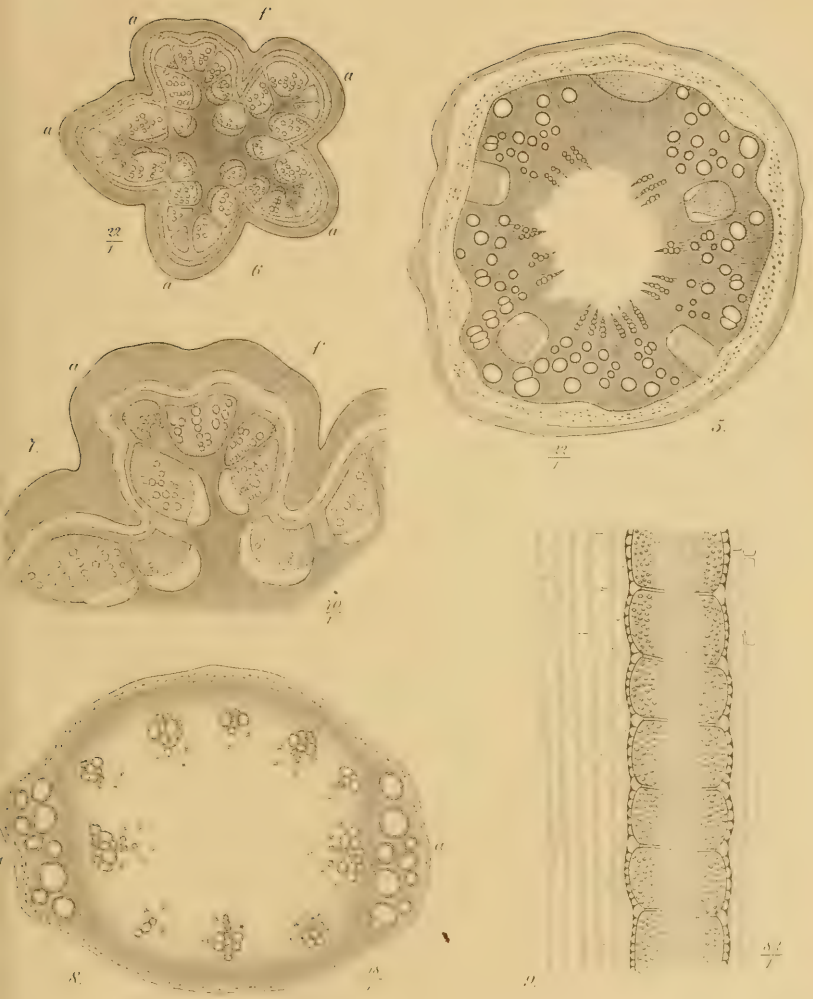
[1] Urban, Über die Gattung *Trematosperma* in Eichler: Jahrbuch des Kön. bot. Gartens und des botan. Museums zu Berlin, III. 244.

aus verlaufen in radialer Richtung nach innen parenchymatische dünnwandige Zellenzüge (Fig. 8), und diese führen zu einer dünnwandigen aus eng aneinander schliessenden fast isodiametrischen Zellen bestehenden Schicht, welche kurz keulenförmige sehr dünnwandige Haare trägt, die den spaltenförmigen nach aussen eng mündenden Innenraum der Drüse ausfüllen. Offenbar dienen diese Drüsen zeitweise zur Abgabe über schüssigen Wassers, während anderseits die starke Verschleimung in den Markstrahlen der Stengel und in einzelnen Partieen der Knolle zur Speicherung von Wasser beiträgt. Diese Wasser secernirenden Drüsen finden sich übrigens nicht bloss bei *Trematosperma*, sondern sie kommen auch an den Blättern von *Pyrenacantha* vor, welche Gattung in ihrem Blüthenbau sehr mit *Trematosperma* übereinstimmt, im anatomischen Bau des Stengels aber den Gattungen *Chlamydocarya* und *Miquelia* gleicht. Während aber bei *Trematosperma cordatum* die Drüsen 2^{mm} lang und fast $1^{mm}.5$ dick werden, sind sie bei *Pyrenacantha scandens* Harv. von Natal und *P. volubilis* Hook. f. von Ceylon kaum $^1/_2{}^{mm}$ lang. Es dürfte dies damit zusammenhängen, dass bei diesen in Wäldern vorkommenden Arten die Entwickelung der Zweige und Blätter so rasch fortschreitet, dass nicht so leicht ein Überfluss von Wasser eintritt, wie bei *Trematosperma*, die in dem sehr baumarmen Ahlgebirge vorkommt, und zur Zeit der im Mai eintretenden Monsunregen mehr Wasser aufnimmt, als sie später verbrauchen kann. Auch eine neue *Pyrenacantha* von Wasserplätzen bei Ndara (Teita) in Englisch Ostafrika, die wie *Trematosperma* einen runden fleischigen Stamm besitzt, *P. malvaefolia* Engl., hat am Ende der Blattnerven grössere $1-1^{mm}.5$ lange Wasser secernirende Drüsen, woraus also hervorgehen dürfte, dass auch bei dieser Pflanze trotz der längere Zeit herrschenden Trockenheit zeitweise ein Überfluss von Wasser in den Leitungsbahnen eintreten kann.

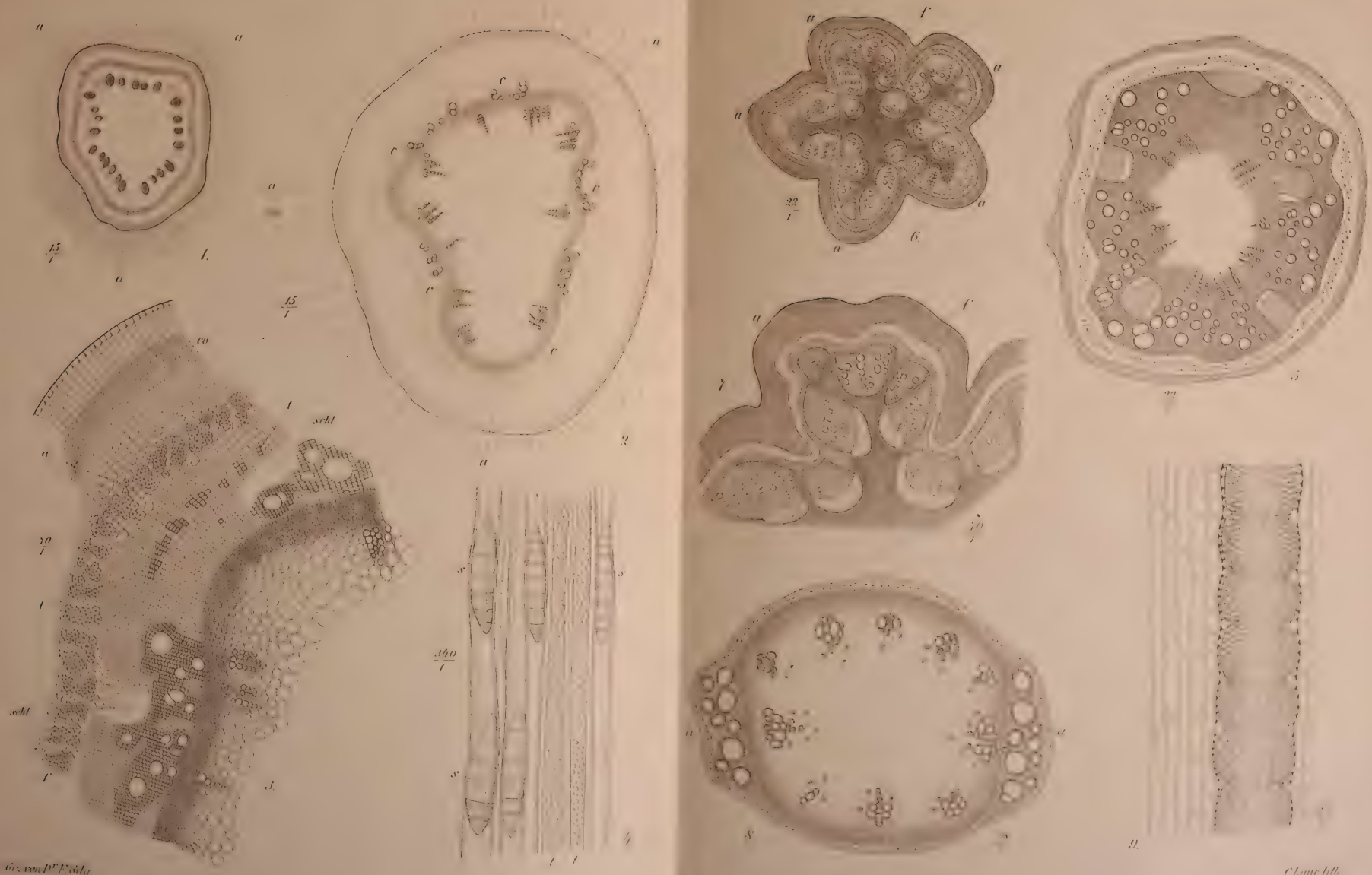


Gez. von Dr. F. Sülg

Engler: Ueber die Verwerthung anatomischer Merkm



bei der systematischen Gliederung der Icacinaceae.



Engler: Ueber die Verwerthung anatomischer Merkmale bei der systematischen Gliederung der Icacinaceae

Erklärung der Figuren auf Tafel II.

Fig. 1—4. *Trematosperma cordatum* Urban.

Fig. 1. Querschnitt durch einen jungen $2^{mm}.5$ dicken Zweig mit den ersten Gefässanlagen, *a* die Blattseiten des Stengels ($\frac{15}{1}$).

Fig. 2. Querschnitt durch einen älteren 6^{mm} dicken Zweig; an die primären Gefässe der Zwischenblattseiten das Ringholz anschliessend, welches von dem saftreichen Hadrom umgeben ist: an den Zwischenblattseiten die grossen Gefässe; *c c c c c* die cambiale Zone.

Fig. 3. Querschnitt durch ein Stück eines 6^{mm} dicken Zweiges, primäre Gefässe, Ringholz und das saftreiche Hadrom, sowie den Bast (*f*) und das Collenchym (*c o*) zeigend, ausserdem die hier beginnende Entwickelung der äusseren Tracheiden (*t*): *schl* verschleimende Partieen des Hadroms ($\frac{70}{1}$).

Fig. 4. Radialer Längsschnitt durch einen gemischten Leptom-Hadromstrang, bei *s* die Siebplatten, bei *t* die Tracheiden ($\frac{340}{1}$).

Fig. 5. *Chlamydocarya Thomsoniana* Baill. Querschnitt durch einen 3^{mm} dicken Zweig mit fünf gemischten Leptom-Hadromsträngen an den Blattseiten ($\frac{22}{1}$).

Fig. 6. 7. *Lophopyxis pentaptera* (K. Schum.) Engl.

Fig. 6. Querschnitt durch einen jungen Zweig ($\frac{22}{1}$).

Fig. 7. Querschnitt durch einen Theil desselben, stärker vergrössert, *a* die Blattseiten, *f* Bastschichten.

Fig. 8. 9. *Cardiopteryx lobata* Wall.

Fig. 8. Querschnitt durch den Stengel ($\frac{18}{1}$).

Fig. 9. Längsschnitt durch ein Gefäss und das angrenzende Parenchym ($\frac{82}{1}$).

Die Zeichnungen wurden von meinem Assistenten, Hrn. Dr. Gilg, nach den von ihm gefertigten Schnitten ausgeführt.

Ausgegeben am 20. April.

1893.
XIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

13. April. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Hr. Sachau las: Eine Altaramaeische Inschrift, Text, Übersetzung und Anmerkungen.

Ausgegeben am 20. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1893.
XX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

20. April. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Hr. du Bois Reymond las eine Abhandlung des Hrn. Prof. Joh. Gad in Berlin über einige Grundgesetze des Energie-Umsatzes im thätigen Muskel.

Die Mittheilung folgt umstehend.

Das correspondirende Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Hr. Alphonse de Candolle in Genf ist am 4. April verstorben.

Die philosophisch-historische Classe hat 6000 Mark zur Herausgabe der politischen Correspondenz König Friedrich's II. bewilligt.

Einige Grundgesetze des Energie-Umsatzes im thätigen Muskel.

Von Prof. Johannes Gad
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. E. du Bois-Reymond.)

In der Form chemischer Spannkraft ist diejenige Energiemenge im Muskelfaserinhalt aufgespeichert, durch welche der überlebende Muskel zur Leistung erheblicher Wirkungen nach aussen befähigt ist. Je nach den speciellen Bedingungen, unter denen man die Wirkung nach aussen stattfinden lässt, kann Energie in verschiedenen Formen gewonnen werden: als kinetische Energie bewegter Massen oder Verrückung von Masse entgegen der Schwere, oder als mechanische Spannkraft. Mögen diese Formen gemischt oder annähernd rein, getrennt von einander auftreten, stets erscheint neben ihnen Wärme und stets ist die Summe der als Wärme und der in anderer Form hervortretenden Energie aequivalent der im Muskel verbrauchten chemischen Spannkraft. Die äusserlich hervortretenden elektrischen Änderungen, welche du Bois-Reymond bei der Muskelthätigkeit genau zu beobachten gelehrt hat, sind für das Studium der Muskelprocesse von fundamentaler Wichtigkeit; die denselben entsprechenden Energiemengen fallen aber quantitativ nicht stark in das Gewicht. Während über die anfängliche und die endlichen Formen bei dem Energieumsatz im thätigen Muskel sowie über ihre Aequivalenz Klarheit herrscht, liegen die Zwischenstufen der Energieformen und liegen die speciellen chemischen und physikalischen Processe, an welche die Übergänge geknüpft sind, noch in argem Dunkel. Es sind zwar mancherlei Hypothesen hierüber geäussert worden, doch leiden sie alle an verfrühten und einseitigen Specialisirungen.

Dasselbe wie von den Energieformen gilt von den an den Muskelprocessen betheiligten chemischen Substanzen. Als Endproducte kennen wir Kohlensäure und Wasser. Dieselben entstammen Atomcomplexen, welche an Kohlenstoff und Wasserstoff reich sind (Glykogen, vielleicht auch Fett) und welche ebenso, wie die in die

Verbrennung eingehenden Sauerstoffatome constituirende Bestandtheile lebender und die Verbrennung überlebender eiweissartig gebauter Muskelmolecüle darstellen. Specielle Angaben über die Kette der Zwischenstufen sind verfrüht. Zu diesen Zwischenstufen auf dem Wege zur vollständigen Verbrennung gehören wahrscheinlich diejenigen Substanzen, welche nach den bekannten Entdeckungen von von Helmholtz und du Bois-Reymond den alkoholischen Auszug vermehren und die Säuerung bedingen.

Allgemeine Behauptungen, welche nach dem Vorangestellten selbstverständlich sind und von denen wir bei der weiteren Untersuchung ausgehen müssen sind folgende: Wenn chemische Spannkräfte den Wirkungen des Muskels nach aussen zu Gute kommen sollen, so bedarf es zunächst — als ersten Erfolges der Reizung und als ersten Theiles des Erregungsvorganges — chemischer Processe, als deren Producte neue chemische Substanzen auftreten, und Energie in neuen Formen erscheint. Unter den Energieformen muss eine solche sein, welche mit Steigerung der Längsattraction (oder der Querabstossung) zwischen den Elementen der eigentlichen Muskelsubstanz verbunden ist. Verhindert man den Muskel bei seiner Erregung ganz an der Verkürzung, so tritt diese vermehrte Längsattraction vollkommen als mechanische Spannkraft, welche dynamometrisch gemessen werden kann, in die Erscheinung; der Mukel verhält sich dann bei fast unveränderter Länge, wie ein aus seiner Gleichgewichtsfigur stark längs gedehnter elastischer Strang. Die Kraft, welcher die Spannung eines solchen Körpers das Gleichgewicht halten kann, nimmt ab (proportional oder nach verwickelterem Gesetz) mit seiner gestatteten Annäherung an die Gleichgewichtsfigur; und dies ist der Sinn des Schwann'schen Versuches, nach welchem ein Muskel bei wiederholt gleicher Erregung ein um so geringeres Gewicht von einer Unterlage abzuheben vermag, je mehr er sich — bis zu seinem Angreifen an dem Gewicht — zusammenziehen darf.

Lässt man einen Muskel bei seiner Erregung sich frei, ohne angehängtes Gewicht und ohne widerstehende Federkraft zusammenziehen, so führt die vermehrte Längsattraction, in dem Maasse, wie sie mit dem Ablaufe der chemischen Processe sich bildet, zur Formänderung und verschwindet dementsprechend sofort wieder.

Dieses Verschwinden ist vollkommen in Bezug auf die Wirkung nach Aussen, wenn auch im Innern eine gewisse Längsspannung bestehen bleibt, eine so grosse nämlich als erforderlich ist, um den der Querdehnung widerstrebenden elastischen Kräften das Gleichgewicht zu halten. Solche Querelasticität kommt den adventitiellen Muskelsubstanzen zu, in erster Linie dem Sarkolemm; wir dürfen aber

annehmen, dass sie erst bei den stärkeren Contractionsgraden erhebliche, dann aber auch mit der Contraction schnell wachsende Werthe annimmt.

Lässt man den Muskel bei seiner Erregung ein Gewicht frei heben, so ist zu beachten, dass die Längsattraction sich ändert mit der Verkürzung einerseits und mit dem Ablauf der chemischen Processe andererseits. Die jeweilige Muskellänge ist also eine Function der durch die chemischen Processe veränderten Längsattraction, der Geschwindigkeit, mit der diese Veränderung vor sich geht, ferner der Trägheit und des Gewichtes der bewegten Masse und schliesslich der Grösse der Querelasticität. So gross ist also die thatsächliche Verwickelung bei dem ursprünglichen und scheinbar einfachsten Versuch, aus dem zeitlichen Verlaufe der Längenänderung des gereizten Muskels Aufschluss über die Natur des Erregungsprocesses zu erhalten.

Etwas übersichtlicher gestalten sich die Verhältnisse, wenn man bei der Hebung des Gewichtes die Schleuderung auf ein Minimum beschränkt; dann ist die jeweilige Muskellänge nur bestimmt durch die veränderte Längsattraction, die Grösse des Gewichtes und die Querelasticität. Die äusserlich an dem Muskel angreifende dehnende Kraft bleibt in diesem Falle bei jeder Grösse und Geschwindigkeit der Längenänderung dieselbe. Jedoch entsprechen dieser gleichbleibenden Spannung verschiedene Muskellängen, in dem Maasse, wie die Längsattraction sich ändert kraft des Ablaufs der chemischen Processe. Sieht man von der durch Querdehnung bedingten Veränderung der inneren Spannung ab, was bis zu gewissem Grade gestattet ist, so erfährt man durch ein nach diesem Princip geleitetes myographisches Verfahren den zeitlichen Verlauf der Längenänderung des Muskels bei constanter Spannung. Solche »isotonischen« Myogramme bilden das Gegenstück zu den »isometrischen«, die das zuerst genannte dynamometrische Verfahren liefert, und welche den zeitlichen Verlauf der Spannungsänderung bei fast vollkommen verhinderter Verkürzung darstellen.

Das isometrische Myogramm giebt Aufschluss über diejenige mechanische Zustandsänderung des Muskels, welche von allen dem Experiment zugänglichen mechanischen Zustandsänderungen zweifellos die nächste und einfachste Beziehung zu den chemischen Processen hat. Dass wir trotzdem nicht gemeingiltige Schlüsse aus Untersuchungen bei ausschliesslich isometrischem Verfahren ziehen können, liegt daran, dass der Verlauf der chemischen Processe nicht unabhängig von den mechanischen Bedingungen ist, unter denen man den Muskel nach Aussen wirken lässt. Es geht dies aus der funda-

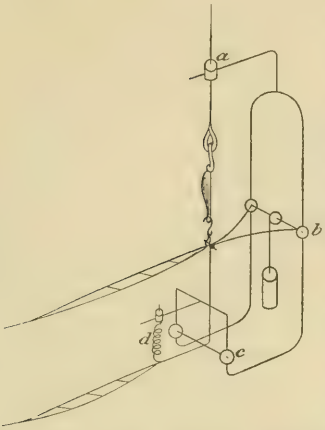
mentalen Entdeckung Heidenhain's hervor, nach welcher Stoffumsatz und Wärmeentwickelung im Muskel wächst mit dem Widerstande, welcher sich der Zusammenziehung entgegenstellt, eine Einsicht, welche durch Steiner noch insofern erweitert wurde, als er zeigte, dass die Grösse des Energie-Umsatzes auch dann noch durch äussere Bedingungen gesteigert werden kann, wenn ihnen der Muskel erst im Stadium der sinkenden Energie unterworfen wird.

Bei dem isometrischen Verfahren sind die der Zusammenziehung bereiteten Widerstände maximale, während sie bei Isotonie leicht minimal gehalten werden können: deshalb müssen die isotonischen Curven, wenn sie auch weniger directe Schlüsse auf die Änderungen der Längsattraction gestatten als die isometrischen, den letzteren ergänzend zur Seite gestellt werden. Es versteht sich von selbst, dass man umgekehrt Versuche nach isotonischem Verfahren, welchen man der leichteren Ausführbarkeit wegen behufs erster Annäherung oft den Vorzug zu geben geneigt ist, stets durch entsprechende isometrisch angestellte Versuche controliren muss. Die letztere Vorsichtsmaassregel ist im Princip übrigens schon so alt, wie die Myographie überhaupt, denn Helmholtz ergänzte seine Myogramme, aus denen der zeitliche Verlauf der Längenänderung des gereizten Muskels in erster Annäherung hervorging, durch die nach Pouillet's von ihm vervollkommneter Methode ausgeführte Messung der Zeiten, welche vom Reizmoment an gerechnet vergingen, bis der schwach belastete Muskel Überlastungen verschiedenen Gewichtes von der Unterlage abhob, und er gewann auf diese Weise in einer Reihe aufeinanderfolgender Versuche die Daten zur Construction der Curve des zeitlichen Verlaufes der isometrischen Spannungsentwickelung für das Stadium der wachsenden Energie.

Auf eine Anregung Marey's ist die jetzt gebräuchliche Art zurückzuführen, den zeitlichen Verlauf der isometrischen Spannungsänderung in einem einzigen Curvenzuge und für die ganze Zuckungsdauer zu gewinnen, und Fick hat die hierfür zweckmässigste Methode ausgebildet. Der Letztere hat ferner gelehrt, die Schleuderung des den Muskel belastenden Gewichtes durch einen einfachen Kunstgriff auf ein Minimum zu beschränken und so den zeitlichen Verlauf von recht rein isotonischen Längenänderungen zu gewinnen: sein Hauptverdienst ist aber, die von ihm ausgebildete isotonische und isometrische Methodik auch zuerst nutzbringend angewandt zu haben.

Ich selbst habe mir in zielbewusster Weise die systematische Anwendung des vergleichend isometrisch-isotonischen Verfahrens zur Aufgabe gestellt und ich verdanke dieser Anwendung schon einige allgemeingiltige Aufschlüsse über den Energie-Umsatz im thätigen

Fig. 1.

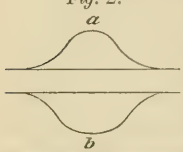


Muskel. Ehe ich dazu übergehe, diejenigen derselben, welche von erheblicher Tragweite sind, hier mitzutheilen, habe ich von der Art Rechenschaft zu geben, wie ich das Verfahren anwende. Es geschieht dies mit Hilfe eines Muskelstativs, welches ich unter Berücksichtigung der Angaben Fick's construirt habe, und dessen wesentliche Einrichtungen in beistehender Fig. 1 schematisch dargestellt sind. Ein starker in allen seinen Theilen unbiegsamer schmiedeeiserner Bügel hat einen oberen horizontalen und einen gespaltenen verticalen Arm. Die Schenkel des letzteren sind unten nach vorn horizontal und dann am Ende nochmals vertical aufwärts gebogen. In dem oberen horizontalen Arm ist bei *a*. mikrometrisch auf- und abwärts verschiebbar, die Muskelklemme angebracht. Die Schenkel des verticalen Armes tragen bei *b* ein genau gearbeitetes starkes Schraubenpaar als Lager für die Achse des isotonischen Hebels. Mit der Mitte der vierkantigen Stahlachse ist ein Wirtel von $2^{mm}5$ Durchmesser concentrisch und fest verbunden, über welchen der Faden mit dem zur Belastung des Muskels dienenden Gewichte läuft. Der Muskel greift mittelst fester und elektrisch isolirender Haken 5^{cm} von der Drehaxe am isotonischen Hebel an, welcher bis dahin aus zwei auf der hohen Kante stehenden Aluminiumstreifen gebildet ist. Die zum Aufzeichnen der Muskelverkürzung in vergrössertem Maassstabe dienende Verlängerung des Hebels ist sehr leicht, aber genügend steif aus Schilfrohr hergestellt. Aus dem Verhältniss der Länge des Hebelarmes der Last $2^{mm}5$ zur Länge des Hebelarmes der Kraft (5^{cm}) folgt, dass wenn man den Muskel mit 10^g spannen will, 200^g an dem über den Wirtel laufenden Faden befestigt werden müssen. Dieser 50fachen Masse wird nur $^1/_{50}$ der Geschwindigkeit ertheilt, welche 10^g, direct am Muskel angehängt, erfahren würden. Da die Schleuderung proportional der ersten Potenz der Masse und proportional der zweiten Potenz der Geschwindigkeit wächst, so ist in diesem Beispiele die Schleuderung durch den Fick'schen Kunstgriff auf $^1/_{50}$ reducirt.

In analoger Weise wie die isotonische Axe zwischen den Armen des absteigenden Bügelarmes bei *b*, ist die isometrische zwischen den

Schenkeln des vorn wiederaufsteigenden Bügels bei *c* angebracht, erheblich tiefer und so weit davor, dass die 5^{cm} vor der isotonischen Drehaxe befindliche Verticale durch den Angriffspunkt des Muskels an dem isotonischen Hebel, $2^{mm}{,}5$ hinter der isometrischen Drehaxe herabsteigt. Der isometrische Hebel, welcher nach hinten entsprechend wenig die zugehörige Axe überragt, bietet hier einem passenden möglichst unausdehnbaren Zwischenstück den Angriffspunkt für die Kraftübertragung. Ist dieses Zwischenstück zwischen isotonischem und isometrischem Hebel entfernt, so greift der Muskel nur an ersterem an und zeichnet isotonische Curven; im anderen Falle bewegt er beide Hebel aber in einem durch die Dynamometerfeder *d* stark beschränkten Maasse. Der isometrische Hebel zeichnet diese Bewegung in einem viel grösseren Maassstabe auf, als der isotonische; der Spannungswerth der Ablenkungen der isometrischen Zeichenspitze wird empirisch bestimmt, nachdem die isometrische Feder von solcher Stärke gewählt ist, dass die maximale isotonische Ordinate bei gleichzeitigem Schreiben mit dem isotonischen und isometrischen Hebel nur einen kleinen Bruchtheil der entsprechenden Ordinate bei alleinigem Angriff des Muskels am isotonischen Hebel beträgt. Ist dieser Bruch $^1/_{10}$, so ist die, natürlich nie vollkommen herzustellende, Isometrie für die erste Annäherung ausreichend. Das für die Justirung und Controle des Apparates nützliche Schreiben mit beiden Hebeln unterbleibt natürlich bei den eigentlichen Muskelversuchen; bei diesen wird entweder nur mit dem isotonischen oder nur mit dem isometrischen Hebel geschrieben, zu welchem Zwecke jede Zeichenspitze einzeln leicht von der Zeichenfläche entfernt werden kann.

Fig. 2.



a. isotonische, b. isometrische Curve bei gleicher Reizstärke und 5° C.

Den typischen Unterschied in der Form einer isotonischen und einer isometrischen Zuckung veranschaulichen die Curven der Fig. 2. Schon Fick hatte darauf hingewiesen, dass der zeitliche Verlauf der Spannungsentwickelung bei unveränderter Länge ein anderer sei, als der der Verkürzung bei unveränderter Spannung, dass namentlich in ersterem Falle das Maximum der Veränderung früher erreicht werde, als in letzterem. Mit grösserer Schärfe aber, als bei gewöhnlicher Temperatur, tritt der typische Unterschied bei niederen Temperaturgraden auf: die hier gewählten Beispiele entsprechen dem Verhalten bei etwa 5° C. Die Curven, deren Form, wie gesagt, typisch ist, veranschaulichen die Nothwendigkeit der Ergänzung der einen Untersuchungsmethode durch die andere, eine Nothwendigkeit, welche oben von allgemeinen Gesichtspunkten aus entwickelt worden ist. Ein

belangreiches Beispiel von der Nützlichkeit der systematischen Combination bei den Untersuchungsmethoden ist Folgendes.

Als ich den Einfluss der Temperatur auf die Leistungsfähigkeit der Muskelsubstanz untersuchte und untersuchen liess, stellte sich die merkwürdige Thatsache heraus, dass die Zuckungshöhe ein relatives Minimum bei gewöhnlicher Temperatur hat; von diesem Minimum steigt die Zuckungshöhe in ganz regelmässiger Weise und in breiten Grenzen, mag man nun von etwa 19° C. an die Temperatur steigen oder sinken lassen. Dass die Beziehungen zwischen der Zuckungshöhe und den chemischen Vorgängen im Muskel, auf welche diese ebenso, wie alle Leistungen der Muskelsubstanz zurückzuführen sein werden, recht verwickelte sind, ist zu erwarten, nicht aber, dass die Intensität dieser chemischen Processe ebenso wie die Zuckungshöhe bei 19° ein relatives Minimum haben solle. Wären die Zuckungscurven nur nach der einseitigen, früher allein üblichen Methode gewonnen worden, so hätte sich eine sehr bequeme Erklärungsmöglichkeit dargeboten: man hätte annehmen können, dass die Intensität der chemischen Processe in der eigentlichen Muskelsubstanz mit sinkender Temperatur zwar beständig abnähme, dass sich aber auch die die Zuckungshöhe einschränkende Querelasticität adventitieller Substanzen derart verringere, dass unterhalb 19° trotz weitersinkenden Werthes der Längsattraction die Zuckungshöhe wieder zunehmen könne. Diese Erklärungsmöglichkeit wurde aber durch das Resultat der Temperaturversuche, welche nach isometrischem Verfahren angestellt worden waren, abgeschnitten. Dasselbe relative Minimum bei 19° zeigte sich für die Spannungsentwickelung bei constanter Länge wie für die Verkürzung bei constanter Spannung: die Wiederzunahme der Zuckungshöhe beim Sinken der Temperatur unter 19° beruhte also thatsächlich auf stärkerer Entwickelung der Längsattraction. Wenn man nun nicht zugeben wollte, dass auch die Intensität der chemischen Processe unter 19° wieder zunehmen könne, wurde man mit logischer Nothwendigkeit auf Grund sicher constatirter Thatsachen dazu gezwungen, dem Eingangs motivirten ganz allgemeinen Ausspruch über die Beziehung zwischen Entwickelung von Längsattraction und chemischem Muskelprocess die erste berechtigte Specialisirung in Form des Satzes hinzuzufügen, dass auf die Entwickelung der Längsattraction zwei Kategorieen chemischer Processe von Einfluss sind, welche sich in dieser Hinsicht antagonistisch verhalten. Die erste Kategorie von Processen, oder um kurz zu sein, der erste Process beeinflusst den Energie-Umsatz im thätigen Muskel derart, dass die resultirenden Energieformen Componenten im Sinne vermehrter Längs-

attraction enthalten: der zweite Process macht diese Componenten verschwinden.

Dem merkwürdigen Verhalten bei sinkender Temperatur kann auf Grund dieser Annahme — und nur auf Grund dieser Annahme — alles Paradoxe genommen werden. Jetzt kann man zugeben, dass sich die Intensität beider chemischen Muskelprocesse mit sinkender Temperatur beständig verringere, obgleich die Summe der zeitweise im Muskel vorhandenen Componenten vermehrter Längsattraction in einem gewissen Bereiche niederer Temperatur thatsächlich wieder zunimmt; es kann dies in einem Bereich geschehen, in welchem der Ablauf des zweiten Processes stärker verzögert ist, als der Ablauf des ersten Processes. Diese Erklärung durch veränderte Interferenz zwischen den Wirkungen beider Processe setzt voraus, erstens, dass nicht nur die Intensität der chemischen Muskelprocesse abnimmt, sondern dass auch ihr Ablauf mit sinkender Temperatur verzögert wird, wofür aus der sich verlängernden Zuckungsdauer der sichere Beweis zu entnehmen ist, und zweitens, dass die Verzögerung des zweiten Processes in einem gewissen Temperaturbereiche grösser sei, als die des ersten, wofür zwar kein directer Beweis vorgelegt werden kann, was aber auch nicht paradox ist. Dass übrigens die Geschwindigkeit des Ablaufes beider Processe eine verschiedene Function auch anderer Factoren sei, wird weiterhin gezeigt werden.

Für die bisherigen Schlussfolgerungen hat sich das Heranziehen von Versuchsresultaten, welche unter isometrischen Bedingungen gewonnen wurden, von bahnbrechender Wirkung erwiesen, weil sich bei Isometrie die Form des Muskels nicht ändert und weil deshalb die Querelasticität adventitieller Substanzen ausser Spiel bleibt. Die thätsächliche Verhinderung und Gestattung äusserer Formänderung bei Isometrie und Isotonie hat aber noch weitere logische Consequenzen, deren Beachtung von principieller Wichtigkeit ist. Eine Verkürzung und Verdickung bei constantem Volum, welche im Erregungszustande eintritt, kann nicht ohne moleculare Umlagerung im Muskelfaserinhalt zu Stande kommen. Denkbar wäre freilich auch eine Zunahme der Dichte in der Längsrichtung bei aequivalenter Abnahme in der Quere. Die in dieser Beziehung ganz competenten optischen Untersuchungen haben aber nichts derartiges erkennen lassen. Bei gestatteter Verkürzung im Erregungszustande müssen also Molecüle des Muskelfaserinhaltes der Quere nach nebeneinander zu liegen kommen, welche vorher der Länge nach hintereinander lagen. Da diese Art der molecularen Umlagerung, wenn sie eintritt, die Formänderung, wie sie bei Isotonie beobachtet wird, zur Folge haben muss, so muss man auch mit Nothwendigkeit schliessen, dass bei Isometrie, wo

diese Formänderung verhindert ist, die der Isotonie entsprechende moleculare Umlagerung unterbleibt. Sie wäre nur denkbar bei gleichzeitiger Abnahme der longitudinalen und aequivalenten Zunahme der transversalen Dichte, wovon optisch nichts wahrzunehmen ist. Mit aller Strenge bewiesen ist also der fundamentale Satz, dass die für die isotonische Verkürzung maassgebenden molecularen Umlagerungen unter den Bedingungen der Isometrie verhindert sind. Isotonie und Isometrie unterscheiden sich von einander nicht nur durch die Gestattung oder Verhinderung äusserer Formänderung, sondern auch durch die Gestattung und Verhinderung molecularer Umlagerung. Das Streben nach derselben molecularen Umlagerung, welche, wenn sie gestattet ist, die isotonische Verkürzung bedingt, tritt, so lange sie verhindert ist, als isometrische Spannung in die Erscheinung.

Der regelrechte Aufbau des Muskelfaserinhaltes aus optisch verschieden wirksamen Substanzen ist bekannt, und es ist zu erwarten, dass der optischen Differenzirung auch eine chemische entspreche. Wenn Substanzen verschiedener chemischer Constitution sich berühren, so ist ferner zu erwarten, dass chemische Processe, welche sich in diesen Substanzen abspielen, die Bedingungen für die räumlichen Beziehungen der Substanzen ändern werden, sei es durch Änderung der die Grösse der Berührungsflächen bestimmenden Oberflächenconstanten, sei es durch Änderung der Mischungsmöglichkeit oder des Mischungsstrebens. Diese Betrachtung eröffnet uns schon eine Aussicht auf die bis hierher geführte Herstellung von Beziehungen zwischen den chemischen Muskelprocessen und denjenigen molecularen Umlagerungen, welche je nachdem sie gestattet oder verhindert sind, die Änderungen der Form oder der Spannung im Muskel bedingen und dadurch die mechanischen Wirkungen des thätigen Muskels nach aussen vermitteln. Setzen wir nun die Betrachtung fort, indem wir die durchaus wahrscheinliche Annahme hinzufügen, dass der Ablauf der chemischen Muskelprocesse selbst wesentlich beeinflusst werde durch die räumlichen Beziehungen, welche zwischen den chemisch differenten Substanzen bestehen, so wird auch die Entdeckung Heidenhain's von der Steigerung der chemischen Muskelprocesse durch Vermehrung der Contractionswiderstände sofort unserem Verständniss nähergerückt und wir können, gestützt auf diese grundlegende Thatsache, zuversichtlich in unseren Schlussfolgerungen fortfahren.

Als Maassstab für den Umfang der gesammten chemischen Processe im Muskel benutzten Heidenhain und Fick, welcher die Entdeckung des ersteren bestätigte und weiter ausbaute, die Resultate von Temperaturbeobachtungen am thätigen Muskel, die unter Be-

dingungen angestellt wurden, bei denen sämmtliche im Muskel umgesetzte Energie seinem Wärmeinhalt zu Gute kommen musste. Diejenige Kategorie von chemischen Processen im Muskel, welche oben kurzweg als zweiter Process bezeichnet wurde, kann nicht allein oder in erster Linie für eine Steigerung der Wärmeentwickelung verantwortlich gemacht werden; denn da der zweite Process nur das entfernt, was der erste geschaffen hat, so ist die Grenze seines Umfanges durch diesen bestimmt; es ist auch nicht anzunehmen, dass der specifische Wärmewerth des zweiten Processes grösser sei, als der des ersten; wahrscheinlich wird er ihn bei weitem nicht erreichen. Nothwendig ist der zweite Process im ganzen Umfang des ersten, damit der Muskel bei der Erschlaffung durch ein kleineres Gewicht auf die ursprüngliche Länge gebracht werde, als er bei der Contraction gehoben hat; nur hierdurch wird der Muskel dazu befähigt, mechanische Arbeit zu summiren, wie an Fick's Arbeitssammler — aber die Leistung der einzelnen mechanischen Arbeit selbst muss doch durch den Energie-Umsatz des ersten Processes bestritten werden. Die an und für sich nicht unmögliche Hypothese, dass gerade der specifische Wärmewerth des zweiten Processes durch Behinderung der Verkürzung gesteigert werde, liegt so weit ausserhalb des Bereiches der einfachsten Annahmen, dass es unfruchtbar erscheint, ihr nachzugehen. Wir kommen also zu dem neuen Schluss von fundamentaler Bedeutung und erheblicher Tragweite, dass zu den Bedingungen, unter denen der Umfang des ersten Processes gesteigert ist, die Beschränkung der molecularen Umlagerungen gehört.

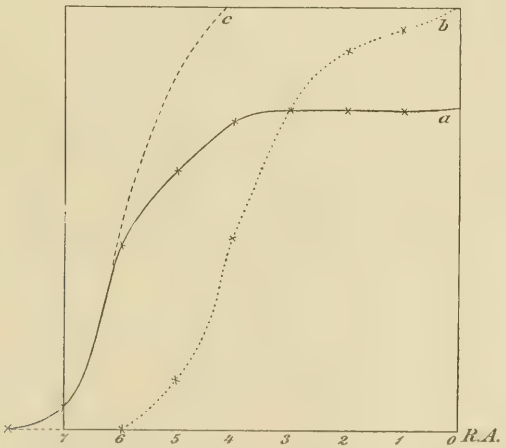
Die ursprüngliche Definition des ersten und zweiten Processes beruhte auf dem Antagonismus ihrer mechanischen Wirkungen, und es taucht nun die Frage auf, ob sich ihr Antagonismus nicht etwa auch auf ihre Bedingungen erstreckt. Versucht man eine Bejahung der Frage zu motiviren, so stösst man zunächst auf eine logische Einschränkung, denn eine Begünstigung des zweiten Processes unter Bedingungen, welche dem ersten ungünstig sind, kann sich nicht auf den Umfang erstrecken, dessen Grenze durch den Umfang des ersten Processes gesteckt ist, sondern nur auf die Beschleunigung. An die experimentelle Erfahrung haben wir uns also zu wenden zur Beantwortung der Frage, ob die Beschleunigung des zweiten Processes mit dem Umfang der molecularen Umlagerungen wächst. Eine Steigerung der letzteren ist bei Isotonie durch Erhöhung der Reizstärke zu erzielen, wie aus der Zunahme der Hubhöhen zu schliessen ist.

Eine der auffälligsten Erscheinungen der Myophysik ist es, dass bei fortschreitender Verstärkung der Einzelreize eine Hubhöhe erreicht wird, welche zwar durch weitere Verstärkung des Reizes nicht

übertroffen werden kann, wohl aber durch Wiederholung des Reizes in passend kurzem Zeitintervall. Die Grenze für Steigerung der Hubhöhe bei Einzelreiz ist aber nicht in inneren Widerständen gegeben, welche — wie die Elasticität der Sarkolemmschläuche — vom Reize unabhängig sind; auf dem von uns gewonnenen Standpunkt dürfen wir annehmen, dass es sich um einen chemischen Process handelt, der durch Interferenz um so stärker dämpfend eingreift, je mehr er bei gestatteter innerer Umlagerung durch Verstärkung des Reizes beschleunigt wird. Es wäre dies der von uns gedachte zweite Process. Würde dieser bei wachsender Stärke des Einzelreizes in seinem Ablauf mehr beschleunigt als der erste Process, so würde das Phaenomen der maximalen Einzelzuckung verständlich sein. Es müsste dann aber auch erwartet werden, dass bei Isometrie, wo der zweite Process weniger oder gar nicht mit zunehmender Reizstärke beschleunigt werden würde, die Reizstärke bis zur Erzielung der maximalen Spannung weiter sollte gesteigert werden können, als es bei Isotonie zur Erzielung maximaler Verkürzung möglich ist. Die leicht zu gewinnenden Curven der isotonischen Höhen und isometrischen Spannungen als Functionen der Reizstärke erfüllen das soeben entwickelte Postulat in der grossen Mehrzahl der Fälle und zeigen auch sonst Einzelheiten, die der Theorie nur günstig sind.

Die ausgezogene (isotonische) und die punktirte (isometrische) Curve der Fig. 3, welche derselben Versuchsreihe entstammen, ver-

Fig. 3.

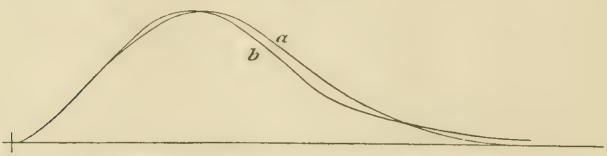


a. isotonische Höhen. b. isometrische Spannungen. c. isotonische Wärme.

anschaulichen das bisher Gesagte. Die Abscisse misst die Rollenabstände des zur Reizung benutzten DU BOIS-REYMOND'schen Schlitteninductoriums. Der bequemeren Vergleichung zu Liebe sind die isometrischen Spannungswerthe ebenso wie die isotonischen Verkürzungen nach oben aufgetragen, und ist der Spannung bei dem isotonisch-maximalen Reiz (R.-A. = 3 cm) derselbe Ordinatenwerth ertheilt, wie der maximalen Verkürzung. In auffallender und ich kann wohl sagen erfreulicher Weise hat sich hier das theoretisch Vorausgesagte durch das Experiment bestätigt gefunden. Von heuristischem Werth hat sich also die Vermuthung erwiesen, die Grenze des isotonischen Zuckungsmaximums sei dadurch bedingt, dass die mechanischen Wirkungen der mit dem Reize noch weiter wachsenden chemischen Processe durch Interferenz sich theilweise aufhöben, — aber um zu zeigen, dass sie die einzig berechtigte sei, gehört noch der Beweis, dass der Umfang der chemischen Processe thatsächlich noch wächst, wenn durch weitere Steigerung des Einzelreizes eine Vergrösserung der Verkürzung nicht mehr zu erreichen ist. Diesen Beweis kann man nun wirklich älteren Wärmeversuchen von DANILEWSKY entnehmen, welche dieser angestellt und veröffentlicht hat, ohne die hier interessirende Fragestellung zu kennen. Die gestrichelte Curve der Fig. 3 stellt die Zunahme der Wärmeentwickelung mit wachsender Reizstärke im Verhältniss zur Zuckungshöhe dar, wie sie aus DANILEWSKY's Versuchen folgt.

Aus der Gesammtheit dieser Versuche geht hervor, dass bei Isotonie, das heisst bei gestatteter Umlagerung, der zweite Process durch Verstärkung des Reizes mehr beschleunigt wird, als bei Isometrie, dass aber auch die Beschleunigung bei Reizzuwachs nicht nur auf gesteigerter Umlagerung beruht. Einen unmittelbaren Eindruck hiervon bekommt man übrigens beim Vergleiche gut isotonischer Curven. Wenn bei zunehmender Reizstärke die Hubhöhe kaum noch oder gar nicht mehr gesteigert wird, dann zeigt sich noch Verkürzung des Stadiums der »wachsenden Energie« und Beschleunigung der Erschlaffung im ersten Theile des Stadiums der »sinkenden Energie«. Fig. 4 zeigt ein Beispiel hierfür. Es sind dies Feinheiten, welche

Fig. 4

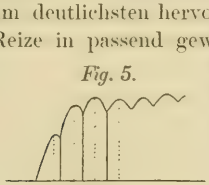


Isotonische Zuckungen: a bei R.—A. = 4; b bei R.—A. = 3.

bisher der Beobachtung entgangen waren, und welche erst ganz neuerdings Kohnstamm als typisch für gut isotonische Curven kennen gelehrt hat.

Etwas Ähnliches hatte freilich schon früher von Kries beobachtet, als er zwei gleiche Reize in kurzer Folge auf denselben Muskel wirken liess und das Stadium der wachsenden Energie, oder, wie er es nannte, die Gipfelzeit, bei der zweiten Zuckung, welche sich der ersten superponirte, verkürzt fand. Wie zwanglos sich diese isolirt gebliebene Beobachtung dem hier verfolgten Ideengange einfügt, tritt am deutlichsten hervor, wenn man eine grössere Anzahl ganz gleicher Reize in passend gewähltem und ganz gleichem Zeitintervall auf den Muskel einwirken lässt, wozu mir zuerst ein Magnetinductor eigener Construction Gelegenheit gab. In Fig. 5 ist ein Beispiel so gewonnener Curven abgebildet, und da die Thalspitzen — abgesehen von einer möglichen, aber jedenfalls sehr kleinen Änderung der Latenzzeit — den Reizmomenten entsprechen und also aequidistant sind, so kann man die anfängliche von Reiz zu Reiz zunehmende Verkürzung der Gipfelzeit und die Steilheitszunahme der Erschlaffung unmittelbar ablesen. Diese beiden anschaulichen Änderungen haben wir von dem gewonnenen Standpunkt aus auf dieselbe Ursache, nämlich auf die Beschleunigung des zweiten Processes zu beziehen; und die zweckmässig erweiterte von Kries'sche Beobachtung enthält also ein neues Beispiel veränderter Interferenz zwischen den Wirkungen der beiden chemischen Muskelprocesse. Wir lernen aus diesem Beispiel, dass ebenso wie Verstärkung des Reizes, so auch Wiederholung des gleich starken Reizes in passendem Intervall — wahrscheinlich durch Vermittlung gesteigerter Erregbarkeit — den zweiten Process beschleunigen kann, vorausgesetzt, dass die molecularen Umlagerungen der Isotonie gestattet sind; denn bei Isometrie bleibt das Phaenomen aus.

Fig. 5.



10 mittelstarke Reize in 1″.

Kurz erwähnen kann ich im Anschluss hieran nur, dass ohne die gewonnene Einsicht in die gleichsinnige Abhängigkeit des zweiten Processes von der Reizstärke, der Reizfolge und der gestatteten molecularen Umlagerung die mannigfaltigen und sehr interessanten Erscheinungen, welche die nach neuen Methoden angestellten Untersuchungen zur Analyse des Tetanus ergeben, nur verwirrend wirken könnten, während sie von dem gewonnenen Standpunkt aus leicht zu übersehen sind. Auf derartige Einzelheiten einzugehen, muss ich mir in dieser Mittheilung versagen, deren Zweck mit Entwickelung einiger Grundgesetze erfüllt ist. An die schon zum Gemeingut gewordenen Anschauungen anschliessend und über dieselben hinaus-

gehend wurden im Vorstehenden die nächsten berechtigten Specialsätze bewiesen, welche hier nochmals kurz zusammengestellt werden mögen:

1. Der Energie-Umsatz im thätigen Muskel ist an zweierlei chemische Processe gebunden; die eine Kategorie kann man zunächst kurz als den ersten Process bezeichnen, die andere als den zweiten Process.

2. Der erste Process bedingt den Energiewandel aus der ursprünglichen Form chemischer Spannkraft bis in solche Formen, welche Componenten vermehrter Längsattraction enthalten; bei dem zweiten Process werden diese Formen weiter umgewandelt in solche, denen diese Componenten fehlen. Der zweite Process ist in seiner mechanischen Wirkung antagonistisch zum ersten. Die als Wärme erscheinenden Wirkungen beider Processe summiren sich einfach.

3. Der Umfang des ersten Processes wird gesteigert:
   a) durch Verstärkung des Reizes,
   b) durch Erhöhung der Temperatur,
   c) durch Vermehrung der Widerstände, die sich der Zusammenziehung entgegensetzen.

4. Der zweite Process wird beschleunigt:
   a) durch Erhöhung der Temperatur bei Isotonie und Isometrie,
   b) durch Erhöhung der Reizstärke bei Isotonie,
   c) durch die Reizfolge bei Isotonie.

Als nützlicher Hülfssatz hat sich ergeben: Die Widerstände, welche sich der Zusammenziehung entgegensetzen und bei Isometrie am stärksten zur Wirkung kommen, schränken die molecularen Umlagerungen ein, welche sich bei Isotonie am freiesten entfalten können.

Jahresbericht der Centraldirection der Monumenta Germaniae historica.

Von E. Dümmler.

Die 19. Plenarversammlung der Centraldirection der *Monumenta Germaniae historica* wurde in diesem Jahre in den Tagen vom 6. bis 8. April in Berlin abgehalten. Von den Mitgliedern hatten sich entschuldigt Hr. Hofrath von Sickel in Rom und durch Krankheit wurden verhindert Hr. Prof. von Hegel in Erlangen, Hr. Geh. Hofrath von Rockinger in München, Hr. Prof. Scheffer-Boichorst und Geh. Ober-Regierungsrath von Sybel in Berlin. Anwesend waren Hr. Prof. Bresslau aus Strassburg, Hr. Geheimerath Brunner und Dümmler, Hr. Prof. Holder-Egger, Hr. Prof. Maassen aus Wien, Hr. Prof. Mommsen, Hr. Prof. Mühlbacher aus Wien, Hr. Geheimerath Wattenbach. Zum Mitgliede der Centraldirection wurde Hr. Prof. L. Weiland in Göttingen gewählt.

Im Laufe des Jahres 1892/93 erschienen

in der Abtheilung *Auctores antiquissimi:*

1. *Chronica minora saec. IV. V. VI. VII* ed. Th. Mommsen I, 2 (= A. a. IX, 2);
2. *von demselben II,* 1 (= A. a. XI, 1);
3. *Claudiani carmina rec. Birt* (= A. a. X);

in der Abtheilung *Scriptores:*

4. *Scriptorum* (*in folio*) tom. XXIX, herausgegeben von Holder-Egger;
5. *Libelli de lite imperatorum et pontificum* tom. II;
6. *Deutsche Chroniken I,* 1 (*Kaiserchronik* herausgegeben von E. Schröder);
7. *Deutsche Chroniken V,* 2 (*Österreichische Reimchronik* herausg. von Seemüller II):
8. *Gesta Federici I imperatoris in Lombardia* ed. Holder-Egger in 8°;

in der Abtheilung *Leges*:

9. *Leges Burgundionum* ed. de Salis;

10. *Concilia aevi Merovingici* ed. Maassen;
in der Abtheilung *Epistolae:*
11. *Epistolae Merovingici et Karolini aevi I* (= tom. III);
in der Abtheilung *Antiquitates:*
12. *Poetae latini aevi Carolini III,* 3 ed. L. Traube;
13. von dem Neuen Archiv der Gesellschaft Bd. XVIII (dessen erste Hälfte Hrn. Geheimerath Wattenbach zu seinem Doctorjubilaeum am 20. Juli 1892 von der Gesellschaft für ältere deutsche Geschichtskunde gewidmet wurde).

Unter der Presse befinden sich ein Folioband, 6 Quartbände, 2 Octavbände.

Die Sammlung der *Auctores antiquissimi* nähert sich ihrem Abschluss, nachdem der umfängliche Claudian und die grössere Hälfte der kleinen Chroniken veröffentlicht sind. Cassiodors *Variae* sind bis auf den von Hr. Dr. Traube bearbeiteten *index verborum* grossentheils schon längst im Druck vollendet und dürften in einigen Monaten hervortreten. Zu den in der ersten Hälfte des 2. Bandes enthaltenen Fortsetzern des h. Hieronymus: Hydatius, Marcellinus, Johannes von Biclaro, Victor von Tunnuna, ferner Cassiodor, Marius von Avenches werden in der schon unter der Presse befindlichen zweiten besonders die Chroniken Isidors mit einigen Anhängen hinzukommen, während für einen dritten Band Beda, Gildas, Nennius u. a. übrig bleiben.

In der Abtheilung *Scriptores* hat Hr. Archivar Krusch in der Zeit vom 20. April bis 16. Juli die schon längst geplante Reise nach Frankreich, zur Ausführung von Vorarbeiten für die Merowingischen Heiligenleben, mit dem günstigsten Erfolge und unter dankenswerther Zuvorkommenheit aller betheiligten Behörden, vor allem des Hrn. Leopold Delisle in Paris, in's Werk gesetzt. Da er daneben fortfahren durfte weitere Handschriften aus dem In- und Auslande in Hannover selbst auszubeuten, so darf für Ostern 1894 dem Beginne des Druckes dieser wichtigen die bisherigen Texte völlig umgestaltenden Bände entgegengesehen werden. Von den auf demselben Gebiete thätigen Bollandisten erfreute er sich gleichfalls manigfacher Förderung.

Von den Schriften zum Investiturstreit hat der kürzlich ausgegebene 2. Band die Zeit Heinrichs V. erschöpft, so dass nur noch einige kleinere Gedichte fehlen. Wenn ausser dem grösseren Gedichte des Rangerius von Lucca *de anulo et baculo* auch nichts eigentlich Ungedrucktes darin geboten wird, so haben doch manche Werke wie die des Beno, die Satire auf Albinus und Rufinus u. a. ihre Gestalt gründlich verändert und auch für die Würdigung der längst bekannten, wie z. B. des Bernold und Placidus ist durch den vollständigen Nachweis der Citate Wesentliches erreicht worden. Hr. Dr. Sackur erwarb

sich noch von Strassburg aus darum die grössten Verdienste, das Register war die erste von dem neuen Mitarbeiter, Hr. Dr. Dieterich, für uns ausgeführte Arbeit. Ein dritter in Vorbereitung befindlicher Band wird diese Sammlung mit den Schriften über den Streit Friedrichs I. und Alexanders III. abschliessen und hoffentlich auch noch Ergänzungen zu den früheren Bänden nachholen können.

In der Reihe der deutschen Chroniken ist die lange ersehnte, für die Geschichte der vaterländischen Litteratur hochwichtige Ausgabe der sog. Kaiserchronik von Hrn. Prof. Schröder in Marburg erschienen. Desgleichen der Schluss der von Hrn. Prof. Seemüller in Innsbruck mit rastlosem Eifer bearbeiteten grossen österreichischen Reimchronik Ottokars, eines unvergleichlichen Culturbildes ihrer Zeit, dessen geschichtlicher und litterarischer Werth erst durch diese sorgfältige Ausgabe zur vollen Geltung gelangen kann. Während hiermit zugleich der 5. Band dieser Sammlung abschliesst, soll zu dem ersten noch als Anhang das Annolied und die Silvesterlegende durch Hrn. Prof. Rödiger im Laufe des Jahres hinzukommen. Für den 3. Band steht ebenfalls in baldiger Aussicht Enikels Fürstenbuch von Hrn. Prof. Strauch in Tübingen und das kleine dazu gehörige Landbuch von Hrn. Archivsconcipisten Lampel in Wien.

In der von Hrn. Prof. Holder-Egger geleiteten Folioserie der SS. ist der 29. Band fertig geworden, der mit seinen ungemein mühseligen dänischen, isländischen, polnischen und ungarischen Quellen, von denen zum guten Theile nur Auszüge gegeben werden, nicht nur dem Plane, sondern theilweise auch der Ausführung nach auf G. Waitz zurückgeht und somit gleichsam als sein Vermächtniss dasteht. Der Druck des 30. Bandes hat mit sehr umfänglichen Stücken aus der grossen Hennegauer Chronik des Jacques de Guise begonnen und wird in seinen weiteren Partien noch werthvolle Nachträge für das 11. bis 12. Jahrh. liefern, zu denen u. a. Prof. van Werweke beigesteuert hat. Die ursprünglich um 1276–1277 entstandene Chronik des St. Petersklosters zu Erfurt und die zwar jüngeren, aber vornehmlich für die staufische Zeit wichtigen Reinhardsbrunner Annalen, beide in sehr verbesserter Gestalt, werden sich anreihen. Mit ihm wird endgiltig das Folioformat abschliessen, denn die Fortsetzung, die grossen italienischen Chroniken des 12. bis 13. Jahrh. umfassend, soll eine neue Reihe in Quart und mit etwas gefälligerer Schrift als die bisher angewendete eröffnen. Einige Vorarbeiten dafür hat Hr. Dr. Simonsfeld in München auf einer italienischen Reise ausgeführt, zumal in Forli und Gubbio, wo er von dem Prof. Mazzatinti freundlich unterstützt wurde.

In der Sammlung der Handausgaben liess Hr. Prof. Holder-Egger den schon im vorigen Jahre angekündigten kritisch berichtigten Text

der *Gesta Federici imperatoris in Lombardia* erscheinen. Die Ausgabe Lambert's von Hersfeld von demselben, welche nach Vergleichung sämmtlicher Handschriften und Benutzung zahlloser neuerer Forschungen eine völlige Neugestaltung darstellt, wird bis zum Herbste fertig werden. Hr. Oberlehrer Kurze hat seine Vorarbeiten für die *Annales Laurissens. maior.* und *Einhardi* mit gleichem Eifer fortgesetzt und hofft ebenfalls noch im Laufe des Jahres die letzte Hand anzulegen.

In der Abtheilung der *Leges* ist die von Hrn. Prof. von Salis in Basel besorgte Ausgabe der *leges Burgundionum* zum Ziel gelangt. Die als Vorarbeit für eine entsprechende Ausgabe der *leges Visigothorum* von Hrn. Prof. Zeumer beabsichtigte Handausgabe derselben ist im Fortschreiten begriffen, die für jene nothwendige Reise nach Paris soll im nächsten Herbst stattfinden. Der Druck des 2. Bandes der Capitularien ist von Hrn. Dr. Krause so rüstig fortgesetzt worden, dass wir seine Vollendung noch in diesem Jahre gewärtigen dürfen. Die Vorbereitungen für Benedictus Levita, für welche später eine römische Reise erfordert wird, sollen sich unmittelbar daran anschliessen. Von den durch Hrn. Prof. Weiland in Göttingen bearbeiteten Kaiser- und Reichsgesetzen seit Konrad I., welche in noch viel stärkerem Maasse als die Capitularien ihren Kreis erweitert haben, ist der 1. Band bis zum Ausgange des 12. Jahrhunderts schon für den Herbst in Aussicht zu stellen und der 2. unter Beihülfe des Hrn. Dr. Schwalm so weit vorbereitet, dass sein Druck sich erfreulicher Weise dem des 1. unmittelbar anschliessen kann.

Die Synoden des Merowingischen Zeitalters hat Hr. Hofrath Maassen in Wien mit dem Beistande des Hrn. Dr. Bretholz in einem mässigen Bande zu Ende geführt, die noch wichtigeren Karolingischen werden Hrn. Dr. Krause nach der Ausgabe Benedicts beschäftigen, Einzelnes davon musste schon bei den Capitularien vorweg genommen werden, wie z. B. die neuerdings viel erörterte Synode von Tribur.

In der Abtheilung *Diplomata* gehen die Urkunden Otto's III. ihrem Ende entgegen, nachdem im Sommer an Stelle des erkrankten Dr. Uhlirz Hr. Hofrath von Sickel selbst die Leitung wieder an sich genommen hatte. Mit Hilfe der HH. Erben und Tangl in Wien sind die Nachträge und Register ausgearbeitet worden, so dass man bis zum Juli die Ausgabe des 2. Halbbandes erwarten darf.

Grade in dem letzten Jahre ist diese Abtheilung, wie in dem Berichte derselben mit besonderem Danke hervorgehoben wird, von vielen Seiten eifrig unterstützt worden. Abschriften von Diplomen des 10. Jahrhunderts sandten noch ein die HH. Agnelli (Ferrara), Astegiano (Cremona), Bordolan (Venedig), Brailo (Treviso), Cipolla (Turin), Demaison (Reims), Köcher (Hannover), Schreiber (Amorbach),

Starzer (Rom), Wolfram (Metz). Berichtigungen in grosser Zahl stellten die HH. Bresslau, von Ottenthal und von Sybel zur Verfügung, und Berichtigungen zu einzelnen Diplomen lieferten die HH. von Jaksch (Klagenfurt), Laurent (Mézières), Malaguzzi (Modena), Posse (Dresden), Riezler (München), Tonarelli (Parma), von Weech (Karlsruhe).

Inzwischen ist bereits die von Hrn. Prof. Bresslau in Strassburg übernommene Fortsetzung für die Zeiten Heinrich's II. (und des Königs Arduin) in raschem Fortschritt begriffen, wobei seit dem 1. Juni Hr. Dr. Bloch als Mitarbeiter sich verdient gemacht hat. Eine mehrmonatliche Reise durch Italien im Spätherbst lieferte ein reiches Material, in Frankreich besorgte Hr. Dr. Krusch nebenher einige Vergleichungen, eine erhebliche Zahl von Urkunden wurde mit dankenswerther Zuvorkommenheit aus deutschen und österreichischen Archiven nach Strassburg gesendet, wo Hr. Archivdirector Wiegand deren Benutzung in der gefälligsten Weise zu erleichtern suchte. Weitere Unterstützungen wurden dieser Abtheilung durch Hrn. Dr. Bayer in Baden-Baden und durch Hrn. Hofrath von Zeissberg in Wien zu Theil. Die Frage, ob bei der Wiedergabe der auf Vorurkunden beruhenden Urkunden Heinrich's II. ein abgekürztes Verfahren rathsam sei, wurde im Wesentlichen verneint, dem Herausgeber jedoch für einzelne Ausnahmsfälle nach seinem Ermessen das Recht dazu vorbehalten.

Die jüngste Abtheilung der *Diplomata*, die Karolingerurkunden, die gleichzeitig in Angriff zu nehmen uns erst durch die Erhöhung unserer Mittel im vergangenen Jahre möglich geworden ist, hat in den Händen des Hrn. Prof. Mühlbacher bereits einen kräftigen Fortgang gewonnen. Vorbereitet durch die von ihm früher herausgegebenen Regesten des Karolingerreiches und unterstützt durch die Mitwirkung der HH. Dr. Dopsch und Tangl konnte er schon im verflossenen Jahre zahlreiche Stücke aus deutschen und österreichischen Archiven, welche nach Wien gesandt wurden, erledigen, wobei, in so fern es sich nicht um Originale handelte, auch die älteren für uns angefertigten Abschriften zum Theil gute Dienste leisteten. Eine Reise des Herausgebers nach einigen deutschen Archiven, deren Schätze noch ausstehen, vor allem aber eine längere Reise des Mitarbeiters Dopsch nach Frankreich sollen zunächst das gesammelte Material vervollständigen. An die letztere knüpfte sich die Frage an, in welchem Umfange die auf das heutige Frankreich bezüglichen Urkunden, so weit es nicht zum deutschen Reiche gehört hat, in unsere Sammlung einbezogen werden sollen. Sie wurde vorläufig nur bis zum Jahre 840 bejaht, nach 888 verneint, für 840 bis 887 offen gehalten. Falls nicht etwa unsere westlichen Nachbarn uns inzwischen die Lösung dieser eigentlich ihnen obliegenden Aufgabe abnehmen, dürften wissenschaftliche Gründe aller-

dings für unbedingte Vollständigkeit bis zum Jahre 888 sprechen. Die Vorarbeiten für die karolingischen Urkunden im Ganzen werden noch mehrere Jahre in Anspruch nehmen, bevor an den Druck gedacht werden darf.

In der Abtheilung *Epistolae* setzte Hr. Dr. Hartmann in Wien seine verdienstliche Bearbeitung des *Registrum Gregorii* auf dem von Ewald gelegten Grunde fort. Von dem 2. Bande, welcher das 8. bis 14. Buch umfassen soll, wird nächstens die erste Hälfte als besondere Lieferung erscheinen, der Rest nebst Einleitung und Register bis 1894 nachfolgen. Der 3. Band der Briefe, welcher ausser denen des Merowingischen Zeitalters auch den *codex Carolinus* noch umfasst, konnte im Sommer ausgegeben werden, nachdem das durch Hrn. Dr. Gundlach vorbereitete Register von Hrn. Dr. Rodenberg vollendet worden. Der 4., welcher zunächst die Briefe Alchvins enthalten soll, befindet sich in Vorbereitung. Durch die Versetzung des Hrn. Prof. Rodenberg nach Kiel seit dem 1. October ist der 3. Band der *Regesta pontificum saec. XIII* in's Stocken gekommen und erst jetzt ist der Druck wieder aufgenommen worden.

In der Abtheilung *Antiquitates* wird das noch ausstehende Register zu den von Hrn. Dr. Herzberg-Fränkel herausgegebenen Salzburger Todtenbüchern, welches dieselben eigentlich erst nutzbar macht, vom nächsten Herbste an gedruckt werden. Von den *Poetae latini aevi Carolini* hat Hr. Dr. Traube ein neues Heft des 3. Bandes erscheinen lassen, welches ausser den bisher ungedruckten Gedichten von St. Riquier namentlich Agius, Bertharius, Hinkmar von Reims, Heirich von St. Germain und einige kleinere Stücke umfasst. Das nächste Heft wird diesen Band in hoffentlich nicht allzu ferner Zeit abschliessen.

Das bis zum 18. Bande gediehene neue Archiv unter der Leitung des Hrn. Prof. Bresslau bietet eine unentbehrliche Ergänzung zu der Ausgabe der Quellen selbst. Es wäre lebhaft zu wünschen, dass dies von allen Abnehmern der *Monumenta Germaniae* mehr und mehr anerkannt würde, zumal da die Fülle des zuströmenden werthvollen Stoffes sich kaum mehr in den bisherigen Rahmen fassen lässt und auf eine Erweiterung hindrängt.

Einzelne Vergleichungen oder Abschriften wurden uns in dem vergangenen Arbeitsjahre freundlichst besorgt von den HH. Joh. Tschiedel in Rom, A. Molinier in Paris, Hénault in Valenciennes, J. H. Jeayes in London, Herzberg-Fränkel in Wien, J. Bernays in Barcelona, von Heinemann in Wolfenbüttel. Handschriften und Urkunden wurden uns von vielen auswärtigen Bibliotheken und Archiven zur Benutzung anvertraut und theils hier, theils in Wien, Strassburg, Hannover ausgebeutet, wobei wir in stets gleichem Maasse uns der Unterstützung

des hohen Auswärtigen Amtes zu erfreuen hatten. Ganz besonders verdient auch diesmal wieder die unermüdliche Gefälligkeit der HH. Delisle in Paris und Ouverleaux in Brüssel gerühmt zu werden.

Wenn die Zahl der fertig gewordenen Bände in diesem Jahre eine besonders grosse war, so haben dabei zum Theil zufällige Ursachen mitgewirkt, vor allem aber war es doch die durch die einsichtsvolle Fürsorge des hohen Reichsamtes des Innern unter Anschluss Österreichs uns gewährte Erhöhung unserer Geldmittel, die einen so erfreulichen Aufschwung der Arbeiten gestattet hat und auch ferner gestattet.

Ausgegeben am 27. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1893.

XXI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

27. April. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Hr. Schmoller las: Über die Entstehung und Verfassung der Actiengesellschaften im 17. und 18. Jahrhundert.

Hr. Conze legt Plan und Photographien der Ausgrabungen vor, welche Hr. Dörpfeld in Athen zwischen Areopag und Pnyx auf Kosten des Kaiserlichen archaeologischen Instituts ausgeführt hat.

1893.
XXII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

27. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Schulze legte eine, später an dieser Stelle zu veröffentlichende, Abhandlung vor: Revision des Systems der Hyalonematiden.

2. Hr. Landolt überreichte die hier folgende, dem wesentlichen Inhalt nach bereits in den Sitzungen vom 12. März 1891 und 4. Februar 1892 mitgetheilte Abhandlung.

3. Hr. Vogel überreichte den soeben von ihm herausgegebenen 8. Band der Publicationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam.

Untersuchungen über etwaige Änderungen des Gesammtgewichtes chemisch sich umsetzender Körper.

Von H. Landolt.

(Vorgetragen am 12. März 1891 und 4. Februar 1892.)

Bekanntlich gilt die alte Prout'sche Hypothese, nach welcher die Atomgewichte aller Elemente ganze Vielfache desjenigen des Wasserstoffs sein sollen, durch die Arbeiten von Stas und Marignac, sowie durch manche neuere Atomgewichtsbestimmungen als vollständig widerlegt. Die Abweichungen von den nächstliegenden ganzen Zahlen sind oft sehr gross, wie bei Chlor (35.364), Brom (79.763), Jod (126.557), Silber (107.668), Platin (194.34), bei andern Elementen wie Lithium (7.012), Kohlenstoff (11.973), Stickstoff (14.006), Natrium (22.995), Schwefel (31.983), Kalium (39.038) dagegen nur klein, aber selbst in den letztern Fällen übersteigen die Differenzen stets die Versuchsfehler, indem letztere höchstens ±0.004 betragen.

Dass somit die durch Analyse oder Synthese ermittelten Werthe für die Atomgewichte stets mit Decimalen behaftet sind, zu deren Streichung man nicht berechtigt ist, steht unzweifelhaft fest, aber es lässt sich die Frage aufwerfen, ob nicht Ursachen vorhanden sein könnten, welche die Abweichungen von ganzen Zahlen hervorbringen. Dieser Gedanke wurde schon im Jahre 1865 von Marignac[1] ausgesprochen, und zwar hält Letzterer es nicht für unmöglich »dass man Prout's Gesetz neben die Gesetze von Mariotte und Gay-Lussac stellen und die Existenz einer wesentlichen Ursache anerkennen könne, auf Grund deren alle Atomgewichte einfache Verhältnisse zeigen müssten, sowie ferner secundärer Ursachen, welche leichte Störungen in diese Verhältnisse bringen«.

Eine Vermuthung über die mögliche Art solcher störender Einflüsse ist ebenfalls bereits geäussert worden. Dieselbe stammt von

[1] Liebig's Ann. Suppl. Bd. IV. 206.

Lothar Meyer,[1] welcher in seinen »Modernen Theorien der Chemie« sagt: »Es ist wohl denkbar, dass die Atome aller oder vieler Elemente doch der Hauptsache nach aus kleinern Elementartheilchen einer einzigen Urmaterie, vielleicht des Wasserstoffes, bestehen, dass aber ihre Gewichte darum nicht als genaue Vielfache von einander erscheinen, weil ausser den Theilchen dieser Urmaterie etwa noch grössere oder geringere Mengen der vielleicht nicht ganz gewichtlosen den Weltraum erfüllenden Materie, welche wir als Lichtaether zu bezeichnen pflegen, in die Zusammensetzung der Atome eingehen. Es ist das eine Hypothese, die nicht unzulässig erscheint und, obwohl sie zur Zeit weder erwiesen noch widerlegt werden kann, doch in weiterer Ausführung, vielleicht zukünftig lohnende Früchte zu tragen vermag, wenn sich auch für den Augenblick die Gewinnung solcher noch nicht erwarten lässt.«

Anstatt eine chemische Bindung des Aethers anzunehmen, hat man sich auch vorgestellt, dass die Atome von einer Schicht äusserst stark verdichtetem und dadurch wägbarem Aether umgeben seien. Diese Ansicht ist namentlich von dem Botaniker C. v. Nägeli in seiner Schrift:[2] »Kräfte und Gestaltungen im molecularen Gebiet« entwickelt worden. Die Urmaterie soll aus kleinsten Theilchen, sogenannten Ameren, bestehen, welche sich zu Gruppen von wesentlich verschiedener Grössenordnung zusammenballen. Anhäufungen einer ungeheuren, Billionen betragenden Zahl von Ameren bilden die Atome der chemischen Elemente. Agglomerationen von weit geringerer Dichtigkeit erscheinen als sogenannter Schweraether oder wägbarer Aether, welcher die Atome als Hülle umgiebt. Dieser geht in weiterer Entfernung von den Atomen über in den noch dünnern sogenannten Zwischenhüllaether, der auch die Molecüle des Körpers umgiebt und den Durchgang des Lichtes vermittelt.[3] Gruppen von wenigen Ameren oder vielleicht auch die letztern allein sind endlich der Leichtaether, welcher mit dem freien Lichtaether oder Weltaether identisch ist. —

---

[1] II. Aufl. (1872) S. 293. V. Aufl. (1884) S. 135.

[2] Zuerst erschienen als Anhang zu C. v. Nägeli's Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. 1884.

[3] An die Wägbarkeit des in einem Körper vorkommenden, der Lichtschwingungen fähigen Aethers ist nicht zu denken. Seine Dichte D lässt sich bekanntlich aus der zuerst von Fresnel aufgestellten Beziehung $D = n^2 d$ ableiten, wobei n der Brechungsindex der Substanz und d die Dichtigkeit des Aethers im freien Raum bedeutet. Für letztere kann nach L. Graetz (Wied. Ann. 25. 165) angenähert der Werth 10^{-17}, bezogen auf Wasser = 1, genommen werden. Hiernach berechnet sich z. B. für Schwefelkohlenstoff mit dem mittlern Brechungsexponent $n = 1.628$ und dem specifischen Gewicht 1.263, dass der in einer Million Kubikmeter dieser Flüssigkeit befindliche Aether $0^{mg}0266$ wiegt, oder dass 50000 Millionen Kilogramme Schwefelkohlenstoff $1^{mg}3$ Aether enthalten.

Macht man nun auf Grund dieser Nägeli'schen Anschauungen die zulässige Annahme, dass die Schweraetherhüllen der verschiedenen chemischen Atome ungleich dicht sein werden, so muss, wenn in dem Molecül einer Verbindung ein Element sich durch ein anderes ersetzt, an der eintretenden Gewichtsänderung auch die veränderte Menge des wägbaren Aethers Antheil haben. Somit könnte der Fall eintreten, dass bei sehr genauer Wägung das Gesammtgewicht zweier Körper vor und nach ihrer chemischen Umsetzung nicht völlig gleich gefunden wird, indem eine gewisse Menge ponderablen Aethers aus oder eingetreten ist. Das Gleiche wäre möglich, wenn der Aether von den Atomen chemisch aufgenommen würde.

Eine andere Vermuthung welche sich aufstellen liesse, wenn in der That solche Gewichtsdifferenzen nachweisbar wären, ist die, dass die Schwere nicht auf alle Substanzen mit völlig gleicher Intensität wirkt. Wie schon Bessel 1833 bemerkt hat, kann diese Frage nicht absolut sicher entschieden werden, sondern nur mit einer Genauigkeit, welche von der zeitweiligen Präcision der Instrumente und Beobachtungsmethoden abhängt. Die mit verschiedenen Metallen sowie Mineralien angestellten Pendelversuche Bessels[1] hatten ergeben, dass der fragliche Unterschied kleiner sein muss als $^1/_{60000}$ der gemessenen Grösse (Länge des Secundenpendels). Durch neuere von R. v. Eötvös[2] mit Torsionswaagen angestellte Versuche ist diese Grenze indess viel weiter hinausgerückt worden. Dieselben zeigten, dass wenn überhaupt eine Differenz in der Schwere der Körper von gleicher Masse aber verschiedener Substanz vorhanden ist, diese zwischen Luft und Messing weniger als $^1/_{100000}$, und hinsichtlich Messing, Glas, Antimonit und Korkholz weniger als $^1/_{20000000}$ beträgt. Auf das Gewicht eines Kilogrammes bezogen, würde die erste Zahl dem Unterschiede von 10^{mg}, die zweite einem solchen von $0^{mg}05$ entsprechen.

Greift man zur gewöhnlichen Waage und stellt Versuche in der Weise an, dass man Substanzen, welche in einem hermetisch geschlossenen Gefässe sich befinden, chemisch umwandelt, so müsste eine dabei beobachtete Gewichtsänderung von einer verschiedenen Wirkung der Schwere herrühren, wenn die Annahme gemacht wird, dass die Gesammtmasse der Stoffe vollständig gleich geblieben sei. Setzt man anderseits voraus, die Gravitation wirke auf alle Körper absolut übereinstimmend, so müsste der Gewichtsunterschied davon herrühren, dass die Masse zu- oder abgenommen hat. Dies liesse sich

[1] Bessel. Versuche über die Kraft, mit welcher die Erde Körper von verschiedener Beschaffenheit anzieht. — Schumacher's Astronomische Nachrichten X. 97 (1833).

[2] R. v. Eötvös. Über die Anziehung der Erde auf verschiedene Substanzen. Math. u. naturwissensch. Berichte aus Ungarn. VIII. 65 (1891).

nur denken, wenn die oben erwähnte Vorstellung von der Existenz eines wägbaren Aethers adoptirt wird, und man annimmt, derselbe könne durch die Wandung des Gefässes ein- oder austreten. Die letztere Erklärungsweise würde in den Fällen die wahrscheinlichere sein, wo die Versuche ergeben sollten, dass die Änderung des Gewichtes mehr beträgt, als nach den genannten Erfahrungen einer etwaigen Verschiedenheit in dem Einfluss der Schwere entsprechen kann.

Genaue experimentelle Prüfungen der Frage, wie nahe das Gewicht einer chemischen Verbindung mit der Summe der Gewichte ihrer Bestandtheile übereinstimmt, sind bereits von J. S. Stas und in neuster Zeit von D. Kreichgauer ausgeführt worden. Bei der directen Synthese des Jodsilbers hatte Stas[1] bekanntlich stets einige Milligramme dieses Körpers weniger erhalten als der Summe des abgewogenen Silbers und Jods entsprach, und zwar betrug der Verlust $^1/_{20000}$ bis $^1/_{72000}$ der Gesammtmasse, im Mittel aus fünf Versuchen $^1/_{40000}$. Dasselbe zeigte sich bei den Synthesen des Bromsilbers.[2] Die Differenzen konnten indess sehr wahrscheinlich Folge der angewandten complicirten Operationen sein, indem das Silber in Silbersulfat, das Jod in Jodwasserstoffsäure übergeführt, und der nach dem Vermischen der Lösungen entstandene Niederschlag von Jodsilber durch Decantation mit Wasser ausgewaschen wurde. Zwei weitere Versuche, welche Stas[3] über die Zersetzung des Silberjodates in Jodsilber und Sauerstoff angestellt hatte, wobei der letztere von einer gewogenen Menge erhitzten Kupfers aufgenommen wurde, lieferten folgende Zahlen:

Angewandtes Silberjodat	Erhalten Jodsilber + Sauerstoff	Differenz
98.2681	98.2695	$+ 1^{mg}.4 = {}^1/_{70000}$
156.7859	156.7839	$- 2.0 = {}^1/_{78000}$

Hier sind die Abweichungen noch kleiner als die bei den Synthesen des Jodsilbers beobachteten; ausserdem ist die eine positiv, die andere negativ.

Mit Ausschluss aller durch chemische Operationen verursachten Fehler, nämlich unter Anwendung zugeschmolzener Glasgefässe, in denen zwei Substanzen erst getrennt und sodann nach ihrer chemischen Vereinigung gewogen wurden, sind die Versuche angestellt, welche Dr. Kreichgauer[4] im Jahre 1891 veröffentlicht hat. Er wandte

[1] Stas. Nouv. Recherches sur les lois des proportions chimiques. 1865. S. 152. Übersetzung v. Aronstein S. 152.

[2] Nouv. Rech. S. 171 — Aronstein S. 170.

[3] Nouv. Rech. S. 189 u. 190 — Aronstein S. 196 u. 197.

[4] D. Kreichgauer. Einige Versuche über die Schwere. Verh. d. physik. Gesellsch. zu Berlin. Sitzung vom 23. Jan. 1891. Jahrg. X. No. 2. S. 13.

für jeden derselben zwei gleich beschickte Gefässe A und B an, deren Volumdifferenz zur Berechnung des Gewichtes der verdrängten Luft bestimmt worden war, und ermittelte den nur wenige Milligramme betragenden Gewichtsunterschied nach den Methoden der Praecisionswägung. Die Versuche, bei welchen Quecksilber mit Brom oder Jod verbunden wurde, lieferten nach den mitgetheilten kurzen Angaben folgende Resultate:

I. Quecksilber und Brom (etwa 160^{g}).

Vor der Vereinigung		Nach der Vereinigung in Gefäss A		in Gefäss B
$A-B$		$A-B$		$A-B$
$9^{mg}{\cdot}313$		$9^{mg}{\cdot}303$		$9^{mg}{\cdot}346$
322		324		318
295	Mittel	$9^{mg}{\cdot}313$		336
Mittel $9^{mg}{\cdot}310$		$9^{mg}{\cdot}352$		343
		341	Mittel	$9^{mg}{\cdot}336$
		346		
		338		
	Mittel	$9^{mg}{\cdot}344$		

II. Quecksilber und Jod (etwa 170^{g}).

Vor der Vereinigung		Nach der Vereinigung in Gefäss B
$A-B$		$A-B$
$1^{mg}{\cdot}477$		$1^{mg}{\cdot}466$
464		475
468	Nach d. Erwärmen von B auf 100°	462
Mittel $1^{mg}{\cdot}470$		455
		470
	B abermals auf 100° erwärmt:	473
	Nach Abwischen beider Gefässe mit einem trocknen Tuch	470
	Mittel	$1^{mg}{\cdot}467$

KREICHGAUER zieht aus diesen Versuchen, zu welchen noch ein mit Natriumacetat (flüssig als übersättigte Lösung und erstarrt) angestellter hinzukommt, den Schluss »dass bei den verwendeten Körpern eine Änderung durch die Anziehung der Erde in Folge chemischer Kräfte unterhalb $^{1}/_{20000000}$ der ganzen Anziehung bleiben müsste«.

Veranlasst durch die oben dargelegten Verhältnisse hatte ich vor drei Jahren begonnen, mich ebenfalls mit der Prüfung der fraglichen

Gewichtsänderungen zu beschäftigen, und zwar in erster Linie um zu entscheiden, ob, wenn solche sich überhaupt feststellen lassen, sie von einer derartigen Grösse sind, dass dadurch eine wesentliche Beeinflussung der Atomgewichte stattfindet. Es musste, wenn möglich, mit Bestimmtheit festgestellt werden, ob die Chemiker wirklich mit einem wägbaren Aether zu rechnen haben oder nicht. Die Versuche von Stas, welche zu jener Zeit allein vorlagen, gaben noch keine genügende Auskunft; es ging aus denselben nur hervor, dass man sich auf die Bestimmung sehr kleiner Gewichtsdifferenzen gefasst machen musste und ferner sichere Resultate nur zu erwarten sind, wenn man die chemischen Umsetzungen in zugeschmolzenen Glasgefässen vornimmt. Inzwischen erschienen die Untersuchungen Kreichgauer's, welche bereits auf diese Weise ausgeführt waren: aber dieselben konnten mich nicht hindern, die begonnene Arbeit fortzusetzen, da ich wesentlich andere Reactionen, und zwar auf nassem Wege verlaufende, in Anwendung zog. Dagegen war ich in Folge der vielfachen Schwierigkeiten, welche sowohl bei der Herstellung der Apparate als auch bei den Wägungen auftraten, und deren Überwindung ein grosses Maass von Geduld in Anspruch nahm, mehrmals auf dem Punkte, die ganze Untersuchung fallen zu lassen. Indessen drängte der Reiz der Sache, sowie der Umstand, dass die anfänglich erhaltenen Resultate einen bestimmten Sinn zu haben schienen, immer wieder zur Weiterführung, trotz des Bewusstseins, ein wahrscheinlich unerreichbares Ziel zu erstreben.

Die Reactionen, welche ich der Prüfung unterworfen habe, sind folgende:

1. Umsatz von Silbersulfat und Ferrosulfat in Silber und Ferrisulfat. Es wurde schwefelsaures Silber und nicht salpetersaures aus dem Grunde angewandt, weil Stas das erstere zu Atomgewichtsbestimmungen des Silbers benutzt hatte, und es sich darum handelte, eine etwa gefundene Gewichtsänderung zur Correction dieser Analysen zu verwenden.

2. Umsetzung von Jodsäure und Jodwasserstoff in Jod und Wasser.

3. Überführung von Jod in Jodwasserstoff mit Hülfe von Natriumsulfit.

Diese beiden letzteren Reactionen stehen annähernd in umgekehrtem Verhältniss zu einander, insofern bei der einen sich Jod in festem Zustande abscheidet, bei der andern dagegen verschwindet. Man konnte daher erwarten, dass die Gewichtsänderungen im entgegengesetzten Sinne auftreten werden.

4. Umsetzung von Chloralhydrat und Ätzkali in Chloroform und Kaliumformiat.

Hält man an der Vorstellung des wägbaren Aethers fest, so muss, wenn bei diesen Reactionen eine Zu- oder Abnahme des Gewichts eintritt, diese davon herrühren, dass die zwei neu gebildeten Substanzen einen andern Aethergehalt besitzen als die beiden ursprünglichen. Bleibt das Gewicht unverändert, so könnte dies allerdings davon herrühren, dass bei dem chemischen Umsatz nur eine andere Vertheilung des Aethers stattfindet, und die Summe desselben in den vor und nach der Reaction vorhandenen Körpern die gleiche bleibt. Bei der grossen Verschiedenheit der betreffenden Substanzen ist jedoch dieser Fall wenig wahrscheilich.

Angewandte Methoden.

Zur Aufnahme der Substanzen dienten ∩förmige Glasgefässe, deren beide verticale unten geschlossene Schenkel 18^{cm} lang und 5^{cm} weit waren, während das obere gekrümmte Verbindungsstück nur einen Durchmesser von etwa 2^{cm} besass. In das letztere mündeten beiderseits kurze offene Röhren, welche zum Einfüllen dienten und nachher zugeschmolzen wurden. Bevor die theils aus Thüringer theils Jenaer Natronglas geblasenen Apparate in Gebrauch kamen, wurden sie behufs Verminderung des Alkaligehaltes der äussern Glasoberfläche erst mehrere Tage in verdünnte Schwefelsäure gelegt und sodann in Wasser 8 Stunden lang auf 80 – 100° erhitzt. Für jeden Versuch wählte man zwei Apparate von nahe übereinstimmender Grösse aus, und beschickte dieselben in möglichst gleicher Weise mit den abgewogenen Mengen der Reactionssubstanzen, sowie den zur Lösung nöthigen Wassermengen, wodurch die Schenkel sich zu etwa $^3/_4$ anfüllten. Nachdem die beiden seitlichen Röhrchen abgeschmolzen worden waren, handelte es sich darum, dass äussere Volum der zwei Apparate gleich zu machen, um bei den Wägungen die Correction für die verdrängte Luft umgehen zu können. Hierfür wurde durch hydrostatische Wägung der Volumunterschied beider Gefässe bestimmt, und zu dem kleinern sowie leichtern aus einer Glasröhre ein im Innern beschwerter Zusatzkörper angefertigt, den man mittelst Platindraht befestigte. Diesen Körper verbesserte man so lange, bis der Unterschied im Volum der beiden Apparate weniger als 0^{ccm}05, und die Gewichtsdifferenz einige Milligramme betrug. Schliesslich werden die Gefässe mehrere Tage im luftverdünnten Raum neben Phosphorsäureanhydrid stehen gelassen.

Es folgte nun mittels Praecisionswägungen die genaue Bestimmung des Gewichtsunterschiedes der beiden Apparate *A* und *B*, erstens

in ursprünglichem Zustande, zweitens nach Vornahme der Reaction in A und drittens nach derjenigen in B. Fand zwischen den Wägungen I und II eine Abnahme der Gewichtsdifferenz $A-B$ statt, so musste zwischen II und III eine Zunahme eintreten, und am Schlusse wieder der anfängliche Unterschied vorhanden sein: jeder Versuch war somit ein doppelter. Zur Ausführung der Reaction wurde die Flüssigkeit aus dem einen Schenkel in den andern überfliessen gelassen, und zwar in kleinen Portionen, um jede stärkere Erwärmung als bis höchstens etwa 30° zu vermeiden. Da die gänzliche Vollendung der Reactionen meist einige Tage in Anspruch nahm, so wurde der Apparat während dieser Zeit in einen dicht schliessenden Glaskasten eingesetzt, um ihn vor Staub zu schützen.

Zu den Wägungen habe ich folgende Instrumente angewandt:

1. Eine von P. Stückrath in Berlin verfertigte Praecisionswaage erster Classe mit Vorrichtung zur selbstthätigen Umwechselung der Belastungen sowie zum Niedersenken von Reitergewichten auf die Gehänge, und zwar im geschlossenen Gehäuse aus $1^1/_2{}^{\mathrm{m}}$ Entfernung. Spiegelablesung mit Glasscale und Fernrohr. Balkenlänge 30^{cm}. Tragfähigkeit $1^1/_2{}^{\mathrm{kg}}$. Als Gehäuse diente anfänglich ein mit Messingdeckel versehener Glascylinder, später eine Glocke aus dickem vernickeltem Kupferblech, welche blos eine kleine mit Glasplatte verschlossene Öffnung für den Durchgang des Lichtstrahles besass. Die hiermit erreichte gleichförmige Wärmevertheilung zeigte sich von wesentlichem Erfolg. Die über beiden Gehängen befindlichen Sätze Reitergewichte aus Aluminiumdraht bestanden aus 5 Stücken von nominell 10, $10^1/_2$, 11, 13, 17 mg, mittels deren alle Combinationen zwischen $0^{\mathrm{mg}}.5$ und $21^{\mathrm{mg}}.5$ um 0.5 steigend, sich herstellen lassen. Der wahre Werth der Gewichte war bis auf einige Tausendstel Milligramm mit Hülfe einer Stückrath'schen Spitzenwaage bestimmt worden. Die Apparate, deren Gewicht sich auf $700-900^{\mathrm{g}}$ belief, wurden auf vergoldete Messingstative gesetzt und mit diesen zusammen gewogen, wodurch die Belastung auf nahezu 1300^{g} stieg. Die Empfindlichkeit habe ich stets so eingestellt, dass 1^{mg} einen Anschlag von 30 bis 40 Scalentheilen gab, wobei die Schwingungsdauer etwa 1 Minute betrug. — Das Instrument war ursprünglich zu Wägungen im Vacuum construirt worden, jedoch gelang es nicht, die Verdünnung genügend lange Zeit constant zu erhalten, und ich habe daher stets in Luft gewogen.

2. Eine Waage von Mech. A. Rueprecht in Wien, für 2^{kg} Belastung, successive Auslösung von Schaalen, Gehänge und Balken aus $1^1/_2{}^{\mathrm{m}}$ Distanz, und Spiegelablesung. Meist wurde indess auf die Weise beobachtet, dass man die Bewegung des Zeigers an der Scale mit dem Verticalfaden eines Fernrohres verfolgte, welches durch eine

Mikrometerschraube sich horizontal bewegen liess. Zur Regulirung der Schwingungen dienten zwei beim Ablesefernrohr liegende Gummibälle, von welchen enge Kautschukröhren zu Glasspitzen führten, die unter jeder Waageschale sich befanden, wodurch ein schwacher Luftstoss gegen die letztern hervorgebracht werden konnte. Empfindlichkeit bei 1^{kg} Belastung für 1^{mg} 3 Theilstriche, von welchen Zwanzigstel sich mit Sicherheit schätzen liessen. Dauer einer Schwingung 50 Secunden. Der angewandte Gewichtssatz umfasste blos 4 aus Aluminiumdraht hergestellte Stücke von 4, $4^1/_2$, 5 und 7^{mg}, welche durch Auflegen auf beide Waageschaalen alle Gewichte zwischen 0.5 und $9^{mg}5$, um $^1/_3{}^{mg}$ zunehmend, sich herstellen lassen. Die Waage zeigte bei wiederholter Auslösung ein ungemein gleichförmiges Absetzen des Balkens und der Gehänge. Behufs gleichförmiger Wärmevertheilung wurde das Gehäuse mit einem doppelwandigen Kasten aus Kupferblech überdeckt, dessen vordere Seite sich emporschieben liess. Beim Gebrauche dieser Waage mussten die beiden Apparate mittels eines starken Platindrahtes an dem am Schaalenbügel befindlichen Haken aufgehängt, und bei geöffneten Thüren umgewechselt werden, was anfangs mit der Hand, später mit Hülfe einer besonders dazu construirten Zange geschah.

3. Eine Waage aus der Werkstatt von G. Westphal in Celle mit Auslösung von Balken und Schalen (aber nicht der Gehänge) aus $1^1/_2{}^m$ Entfernung. Tragkraft 2^{kg}. Die Ablesung der Nadel sowie alle übrigen Manipulationen wurden genau wie bei der Ruprecht'schen Waage vorgenommen. Das Instrument ist bloss bei einer einzigen Versuchsreihe benutzt worden.

Die Schneiden der zwei erstern Waagen wurden während des mehrjährigen Gebrauchs von Hrn. Stückrath mehrmals neu geschliffen.

Zur Bestimmung des Gewichtsunterschiedes der beiden Apparate A und B, von welchen A stets um einige Milligramme schwerer war als B, habe ich im Wesentlichen das Gauss'sche Wägungsverfahren mit zweimaligem Umtausch der Belastungen und viermaliger Empfindlichkeitsbestimmung angewandt, unter Berücksichtigung der von G. Schwirkus[1], M. Thiesen[2], J. W. Marek[3] und R. Weinstein[4] gemachten Angaben. Die Wägungen wurden nach folgendem,

[1] G. Schwirkus. Zeitschr. f. Instrumentenkunde. I 84 und 124, II 310, IV 261, VII 41. 82. 412.

[2] M. Thiesen. Trav. et Mém. du Bureau internat. des poids et mesures. V. 1886. Abth. II. 1—40. Zeitschr. f. Instr. II 358, III 81.

[3] J. W. Marek. Trav. Mém. Bur. intern. I D_1—D_{91}. 1881; II D_1—D_{82}. 1883; III D_5—D_{139}. 1884.

[4] R. Weinstein. Handb. d. phys. Maassbestimmungen. II 422—427.

die Bestimmung von 8 Gleichgewichtslagen umfassenden Schema ausgeführt, mit Anwendung der rechts aufgelegten Milligrammgewichte P_r und p_r, von welchen P_r um $^1/_2$ oder 1^{mg} grösser war als p_r, und der links aufgelegten P_l und p_l, die sich durch den gleichen Betrag unterschieden.

Theilwägung	Links	Rechts	Gleichgewichtslage
Nr. 1	App. A	App. $B + P_r$	R_1
2	A	$B + p_r$	r_1
3	$B + p_l$	A	l_1
4	$B + P_l$	A	L_1
5	$B + P_l$	A	L_2
6	$B + p_l$	A	l_2
7	A	$B + p_r$	r_2
8	A	$B + P_r$	R_2

Aus den Mittelwerthen:

$$\frac{R_1 + R_2}{2} = R, \quad \frac{r_1 + r_2}{2} = r, \quad \frac{l_1 + l_2}{2} = l, \quad \frac{L_1 + L_2}{2} = L$$

ergab sich der Gewichtsunterschied der Apparate:

$$A - B = \frac{1}{2}\left[p_r + p_l + (P_r - p_r + P_l - p_l)\frac{r - l}{(r - R) + (L - l)}\right].$$

Die Gleichgewichtslagen $R_1\ r_1\ l_1$ u. s. w. wurden durch Beobachtung von 3 oder 4 Umkehrpunkten $l_1\ l_2\ l_3\ l_4$ nach den von M. Thiesen[1] gegebenen Formeln:

$$\frac{1}{2}\left(\frac{l_1 + l_3}{2} + l_2\right)$$

bez.

$$\frac{1}{4}\left(\frac{l_1 + l_2 + l_3 + l_4}{2} + l_2 + l_3\right)$$

berechnet. Diese Bestimmungen sind stets durch zwei- bis fünfmalige Auslösung der Waage wiederholt und aus denselben das Mittel genommen worden.

Als Beispiel gebe ich nachstehend eine vollständige mit Hülfe des Stückrath'schen Instrumentes ausgeführte Wägung. Die Rueprecht'sche Waage gab ganz ähnliche Ablesungen.

[1] Trav. Mém. Bur. intern. V. Abth. II. 25.

Beginn der Wägung $2^h\,30'$. Temperatur 19°20.
Schluss » » $4^h\,30'$. Temperatur 19°40.

Der Nullpunkt der unbelasteten Waage liegt ungefähr bei dem Theilstriche 250.

Theil-Wäg. Nr.	Lage der Apparate Links	Lage der Apparate Rechts	Aufgelegte Reiter-Gewichte Links	Aufgelegte Reiter-Gewichte Rechts	Entsprechendes Gewicht	Beobachtete Umkehrpunkte bei dreimaliger Auslösung der Waage	Gleichgewichtslage	Mittel
1	*A*	*B*	10.5	17	$6^{mg}5$ corrigirt $6.508 = P_r$	264.0 — 226.3 — 260.8 272.1 — 221.0 — 267.2	244.35 245.31	$244.83 = R_1$
2	*A*	*B*	11	17	6^{mg} corrigirt $6.026 = p_r$	283.3 — 243.1 — 279.9 290.0 — 237.8 — 286.2 274.9 — 250.5 — 271.5	262.35 262.95 261.85	$262.38 = r_1$
3	*B*	*A*	11	—	11^{mg} corrigirt $10.985 = p_l$	280.2 — 233.0 — 275.7 278.8 — 233.3 — 274.9 282.6 — 232.1 — 278.4	255.48 255.08 256.30	$255.62 = l_1$
4	*B*	*A*	10.5 + 11	10	$11^{mg}5$ corrigirt $11.485 = P_l$	293.5 — 256.3 — 290.4 291.0 — 257.6 — 288.1	274.12 273.58	$273.85 = L_1$
5	*B*	*A*	Wie bei Nr. 4		Wie bei Nr. 4	296.2 — 252.2 — 292.9 294.7 — 254.7 — 291.6	273.38 273.92	$273.65 = L_2$
6	*B*	*A*	Wie bei Nr. 3		Wie bei Nr. 3	277.0 — 236.5 — 273.7 281.3 — 230.0 — 275.8 279.6 — 232.4 — 277.2	255.92 254.28 255.40	$255.20 = l_2$
7	*A*	*B*	Wie bei Nr. 2		Wie bei Nr. 2	277.6 — 248.0 — 274.5 282.2 — 243.7 — 278.0 284.3 — 240.7 — 280.2	262.03 261.90 261.47	$261.80 = r_2$
8	*A*	*B*	Wie bei Nr. 1		Wie bei Nr. 1	258.2 — 231.0 — 255.2 267.1 — 220.0 — 263.5	243.85 242.65	$243.25 = R_2$

$R = 244.04$ $\quad r = 262.09$ $\quad l = 255.41$ $\quad L = 273.75$
$P_r = 6.508$ $\quad p_r = 6.026$ $\quad p_l = 10.985$ $\quad P_l = 11.485$

$r - R = 18.04$ $\quad L - l = 18.34$ $\quad r - l = 6.68$
$P_r - p_r = 0.482$ $\quad P_l - p_l = 0.500$ $\quad p_r + p_l = 17.011$

$$A - B = \frac{1}{2}\left[17.011 + 0.982 \cdot \frac{6.68}{36.38}\right] = 8^{mg}596.$$

Fehlerquellen.

Diese konnten erstens durch die Glasgefässe verursacht sein und zwar in Folge:

a) ungleichen Volums derselben. Da die Apparate bis auf einige Hundertstel Cubikcentimeter ausgeglichen waren, so betrug die durch die gewöhnlichen Schwankungen der Luftdichte (1^{ccm} Luft $= 1^{mg}15$ bis $1^{mg}25$) hervorgebrachte Verschiedenheit des Auftriebes höchstens

etwa $0^{mg}{\cdot}005$. Demnach erschien es überflüssig, die betreffende Correction anzubringen. Die in der Folge bei Silbersulfat und Eisenvitriol Versuch II angegebenen Wägungen, welchen die zugehörige Luftdichtigkeit beigefügt ist, lassen in der That keinen bestimmten Zusammenhang zwischen den Schwankungen beider erkennen.

b) der Veränderlichkeit der äusseren Wasserschicht am Glase. Wie schon erwähnt, wurden die Apparate, deren Oberfläche etwa 350^{qcm} betrug, mit verdünnter Schwefelsäure sowie kochendem Wasser behandelt, um den Alkaligehalt der Aussenseite und damit deren wasseranziehende Wirkung zu vermindern.[1] Nach Versuchen von Ihmori[2] beträgt die auf ausgekochtem Jenenser Glas pro Quadratcentimeter niedergeschlagene Wassermenge 0.35–0.68 Milliontel Gramm, bei 350^{qcm} Fläche würde dieselbe demnach 0.123–0.238 mg wägen. Dieses Gewicht kann sich ändern durch den Wechsel im Feuchtigkeitsgehalte der Luft, besonders aber möglicherweise dann, wenn in dem Gefässe die chemische Reaction vorgenommen wird und dasselbe dadurch eine Erwärmung erlitten hat. Über diesen Punkt sind mehrere Versuche angestellt worden, und zwar in der Art, dass man entweder einen oder auch beide Apparate in einem Luftbade auf 30–45° erhitzte, und dann nach theils langsamer theils rascher Abkühlung am nächsten Tage wog. Wie aus den später bei Jodsäure und Jodwasserstoff (Versuch III), sowie Jod und Natriumsulfit (Versuch I) angegebenen Wägungen ersichtlich ist, liess sich ein bestimmter Einfluss dieser Erwärmungen nicht erkennen. Da bei den Reactionen die Temperatur der Apparate niemals über 30° stieg, so war von dieser Seite kein wesentlicher Fehler zu befürchten.[3]

c) Änderungen des Gewichtes der Apparate durch auf die Aussenseite gerathene fremde Körper. Da die Gefässe behufs Ausführung der Reaction aus der Waage genommen, angefasst, auch mit einem feinen leinenen Tuche abgewischt wurden, so war es nöthig zu untersuchen, ob solche Manipulationen von Einfluss sein können. Derartige Prüfungen, von welchen einige bei Silbersulfat und Eisenvitriol Versuch II näher angegeben sind, haben nie bestimmte Wirkungen erkennen lassen. Nur einmal wurde als Ursache einer aufgetretenen Gewichtsvermehrung von $0^{mg}{\cdot}1$ ein am Apparate hängendes, vom Staubpinsel stammendes Haar aufgefunden.

Was zweitens die Wägungsfehler betrifft, so waren dieselben durch folgende Ursachen bedingt:

[1] Siehe Warburg und Ihmori. Wied. Ann. 27. 492.

[2] Ihmori. Wied. Ann. 31. 104.

[3] Auch Kreichgauer hat, wie sich aus seinen früher mitgetheilten Wägungen ergiebt, keine wesentliche Gewichtsänderung beim Erhitzen der Glasgefässe beobachtet.

a) ungleiche Temperatur der beiden Balkenarme. Um eine möglichst gleichförmige Wärmevertheilung an den Waagen zu bewirken, wurden dieselben wie schon früher bemerkt, mit kupfernen Gehäusen umgeben, und auch noch weitere Vorsichtsmaassregeln getroffen. War der Raum nicht geheizt, so zeigten die in den Waagekasten hineinragenden Thermometer während der etwa $1^1/_2$ Stunden betragenden Dauer einer Wägung höchstens eine Temperatursteigerung von $0^\circ 3$, bei Heizung des Zimmers konnten dagegen Änderungen bis zu 1° eintreten. Gehen diese Ab- oder Zunahmen der Temperatur regelmässig von Statten, so werden sie durch das Wägungsverfahren mit zweimaligen Umtausch der Belastungen compensirt. Dies ist jedoch nicht mehr der Fall, wenn dieselben schwanken. Wenn man bedenkt, dass ein Temperaturunterschied der beiden Balkenarme von nur $^1/_{100}{}^\circ$ das Gewicht eines Kilogrammes um $0^{mg}18$ ändert, so dürften die Differenzen zwischen den einzelnen Wägungen, welche meist einige Hundertstel Milligramme betragen, wohl zum grössten Theil von der genannten Ursache herrühren.

b) ungleiche Lage der Belastungen auf den Waageschalen. Hierüber wurde bei der Stückrath'schen Waage eine Prüfung derart angestellt, dass man bei einem Apparate die in beiden Schenkeln enthaltene Flüssigkeit zuerst gleich, sodann ungleich vertheilte, ferner die Gefässe in um 180° gedrehten Stellungen auf das Schalenkreuz sich niedersenken liess. Die später bei Silbersulfat und Eisenvitriol Versuch II angeführten Wägungen zeigen, dass kein wesentlicher Einfluss sich bemerkbar machte. Ebenso wenig war dies der Fall bei der Ruepprecht'schen Waage, wo die Apparate in hängender Lage sich befanden.

c) Erschütterungen der Waage. Die beiden Gebäude (Laboratorium der landwirthschaftlichen Hochschule und II. chemisches Institut der Universität), in welchen die Versuche vorgenommen wurden, lagen ziemlich erschütterungsfrei, und ich hatte von dem betreffenden Übelstande nicht sehr oft zu leiden.

d) Störungen durch Elektricität. Veranlasst durch eine von Hennig[1] gemachte Mittheilung habe ich stets die Waage sowie die Gefässe mittels eines Elektroskops geprüft, wobei es jedoch nur zweimal vorkam, dass ein elektrischer Zustand der Glasapparate und zwar in starkem Grade aufgefunden wurde.

Während die bis dahin genannten Fehlerquellen sich alle leicht erkennen lassen, können aber, wie sich bei den zahlreichen Wägungen herausgestellt hat, noch solche viel gefährlicherer Art auftreten. Es ist mir bei der Ausführung von 32 Wägungsreihen fünfmal der Um-

[1] Zeitschrift für Instrumentenkunde 5. 162.

stand vorgekommen, dass die Gewichtsdifferenz zwischen zwei Apparaten, welche längere Zeit nur um Hundertstel Milligramme geschwankt hatte, plötzlich um $0^{mg}.1$ selbst $0^{mg}.2$ sich änderte, und von diesem Tage an wieder constant blieb, worauf später ein nochmaliger Sprung in der nämlichen Richtung erfolgen konnte. In einem Falle, wo diess eintrat, und zwar bei der Ruepprecht'schen Waage, liess sich die Ursache auffinden: sie bestand darin, dass die Mutter der Regulirungsschraube, welche zum Einstellen der Gleichgewichtslage auf den Nullpunkt der Scale dient, zu locker sass und bei stärkerem Erschüttern der Waage sich drehte. Bei zwei weitern mit dem Ruepprecht'schen, sowie zwei mit dem Stöckhardt'schen Instrumente vorgenommenen Wägungsreihen, wo die Erscheinung sich ebenfalls gezeigt hatte, konnte der Grund nicht entdeckt werden. Möglicherweise lag derselbe in einer sprungweisen Verstellung der Pfannen der Gehänge gegen die Endschneiden. Ferner machte ich einmal die Beobachtung, dass bei einer mehrere Wochen hindurch fortgesetzten Wägungsreihe die Gewichtsdifferenz zweier Apparate täglich um einige Hundertstel Milligramme zunahm; hier lässt sich vermuthen, dass in dem Glase des einen Gefässes entweder ein kleiner Sprung oder von einer Blase herrührender Kanal vorhanden war, durch welchen Flüssigkeit verdunstete. Ein Bild solcher gestörter Beobachtungsreihen, welche zu der Verwerfung des zum Theil schon im vorgeschrittenen Stadium befindlichen Versuchs sowie zu einer lange dauernden Untersuchung der Waage nöthigten, ergiebt sich aus den nachstehenden Zahlen:

Datum 1890	$A-B$	Datum 1891	$A-B$	Datum 1891	$A-B$	Datum 1892	$A-B$
	Vor d. React.		Vor d. React.		Vor d. React.		Vor d. React.
16. Mai	$3^{mg}.656$	4. Nov.	$5^{mg}.346$	3. Jan.	$6^{mg}.057$	10. März	$4^{mg}.520$
18. "	639	5. "	323	5. "	031	12. "	555
21. "	640	6. "	310	6. "	080	13. "	542
22. "	442	7. "	349	7. "	089	14. "	573
23. "	476		Nach d. React.	8. "	076	16. "	602
25. "	476	9. "	$5^{mg}.218$	10. "	036	18. "	648
26. "	438	11. "	236	11. "	221	19. "	653
29. "	455	12. "	227	12. "	262	20. "	672
	Nach d. React.	13. "	315	15. "	251	21. "	670
1. Juni	$3^{mg}.612$	14. "	332			23. "	695
2. "	650	16. "	334			24. "	701
3. "	500	17. "	434			28. "	759
4. "	541	19. "	445				
		20. "	420				
		22. "	452				
Versuch mit HJO_3 und HJ		Versuch mit J und Na_2SO_3		Versuch mit J und Na_2SO_3		Versuch mit Chloroform und Wasser	

Der Verlauf der Wägungsreihen, wenn dieselben ohne Störung von Statten gingen, ist aus dem in der Folge mitgetheilten Beobachtungsmaterial zu ersehen. Immerhin wird in diese meist gut miteinander übereinstimmenden Zahlen durch die obigen Erfahrungen ein Gefühl der Unsicherheit gebracht, und es liess sich nicht verkennen, dass man bei der ganzen Untersuchung immerfort dicht an der Grenze des Leistungsvermögens der Instrumente stand.

Erste Reaction.

Silbersulfat und Eisenvitriol.

$$Ag_2SO_4 + FeSO_4 = 2Ag + Fe_2(SO_4)_3$$

Versuch I (October 1890).

Apparate aus Thüringer Glas. Der eine Schenkel wurde beschickt mit 57^g83 Silbersulfat und 157^g2 Wasser, der andere mit 150^g fein krystallisirtem Eisenvitriol (theoretisch erforderliche Menge 103^g). 60^g Wasser und 5^g verdünnter Schwefelsäure. Die Reactionsmasse bestand demnach stoechiometrisch berechnet:

vor der Umsetzung aus: $57^g83\ Ag_2SO_4$ und $56^g39\ FeSO_4 = 114^g22$
nach » » » : 40^g02 Ag und $74^g20\ Fe_2(SO_4)_3 = 114^g22$

Die wirklich abgeschiedene Menge Silber ergab sich am Schlusse des Versuches in dem einen Apparate zu 38^g22, in dem andern zu 38^g0 statt 40^g02, die Umsetzung war also nahezu vollständig verlaufen. Bekanntlich bleibt bei der Reduction des Silbersulfates durch Eisenvitriol immer ein kleiner Theil des ersteren unzersetzt.

Die in die Apparate eingefüllte Gesammtmenge Wasser reichte wohl zur Lösung des Eisensalzes, jedoch nicht zu der des Silbersulfates hin, und es ging daher die Reduction des letztern grösstentheils im festen Zustande vor sich. In Folge dessen nahm die vollständige Umsetzung stets mehrere Tage in Anspruch.

Das äussere Volum der fertigen Apparate (*A* mit Zusatzkörper) betrug nach den hydrostatischen Wägungen:

		App. *A*	App. *B*	Differenz
1. bestimmt bei	$15^\circ5$	$917^{ccm}.04$	$917^{ccm}.01$	$0^{ccm}.03$
2. » »	17.0	917.09	917.04	0.05
			Mittel	$0^{ccm}.04$

Gewicht jedes Apparates: 922^g36. *A* um etwa 1^{mg} schwerer als *B*.

Die Wägungen waren mittels der Ruepprecht'schen Waage unter sehr abweichenden Temperaturverhältnissen (Zimmer theils geheizt, theils kalt) vorgenommen worden.

Zweimalige Umwechselung der Belastungen:

Vor der Reaction				Nach der Reaction in Apparat *A*				Nach der Reaction in Apparat *B*			
Wäg. Nr.	Datum 1890	Temp.	$A-B$	Wäg. Nr.	Datum 1890	Temp.	$A-B$	Wäg. Nr.	Datum 1890	Temp.	$A-B$
1	7. Oct.	17°0	1.mg216	6	20. Oct.	19°7	1.mg052	10	29. Oct.	20°5	1.mg127
2	9. »	14.9	212	7	21. »	18.0	0.990	11	31. »	16.7	194
3	10. »	17.4	181	8	22. »	22.8	1.038	12	1. Nov.	15.0	214
4	17. »	16.1	200	9	25. »	16.6	1.047	13	3. »	14.0	125
5	18. »	19.0	186					14	6. »	12.7	183
								15	7. »	12.9	132
	Mittel....		1.mg199				1.mg032				1.mg163
	Wahrsch. Fehler des Mittels		±0.005				±0.009				±0.011
	Grösste Differenz zwischen 2 Wägungen		0.035				0.062				0.087

Hiernach hat man:

Reaction in Apparat *A*.

Vor der Reaction: $A = 922.g36 + 1.mg199$
Nach » » : $A = 922.36 + 1.032$
Gewichtsabnahme $0.mg167 \pm 0.614$

Gewichtsabnahme der Reactionsmasse (114g22) um $1/680000$
» des Apparates (922.36) » $1/5500000$

Reaction in Apparat *B*.

Vor der Reaction: $B = A - 1.mg032$
Nach » » : $B = A - 1.161$
Gewichtsabnahme $0.mg131 \pm 0.020$

Gewichtsabnahme der Reactionsmasse (114g22) $1/870000$
» des Apparates (922.36) $1/7000000$

Versuch II.

Apparate aus Jenaer Glas, gefüllt Juni 1891. Die Beschickung des einen Schenkels bestand aus 86g75 Silbersulfat und 238g25 Wasser, die des andern aus 200g Eisenvitriol (theoretische Menge 154g, ent-

haltend $84^{g}59\ FeSO_4$) und 125^{g} mit etwas Schwefelsäure versetztem Wasser. Somit enthielt die Reactionsmasse:

Vor der Umsetzung: $86^{g}75\ Ag_2SO_4 + 84^{g}59\ FeSO_4 = 171^{g}34$
Nach » » : $60.03\ Ag + 111.31\ Fe_2(SO_4)_3 = 171.34$.

Der Volumunterschied der fertigen Apparate (*B* mit Zusatzkörper) wurde vor und nach Ausführung der Versuche bestimmt. Aus den in Wasser von verschiedener Temperatur vorgenommenen Wägungen ergab sich:

	App. *A*	App. *B*	Differenz	Mittel
Am Anfang:	$868^{ccm}30$	$868^{ccm}26$	$0^{ccm}04$	$0^{ccm}04$
	868.39	868.35	0.04	
Am Schlusse:	868.26	868.20	0.06	0.05
	868.29	868.26	0.03	
	868.31	858.25	0.06	

Das Gewicht jedes Apparates betrug $927^{g}30$. *A* war um etwa 8^{mg} schwerer als *B*.

Der erste Theil des Versuches missglückte, indem nach Vornahme der Reaction in Apparat *A* der letztere eine stetig zunehmende Gewichtsverminderung zeigte, als deren Ursache ein kleiner Sprung an einer der zugeschmolzenen Glasspitzen erkannt wurde. Durch denselben waren binnen einigen Tagen mehrere Milligramme Wasser entwichen.

Nach abermaligem Zuschmelzen der Spitze wurde der zweite Theil des Versuches mit Ausführung der Reaction in Apparat *B* mit Hülfe der Stückrath'schen Waage ausgeführt. Bei den Wägungen bestimmte man zugleich die jeweilige Dichtigkeit der Luft, um zu prüfen ob deren Veränderlichkeit einen Einfluss ausübt. Wie aus den Zahlen ersichtlich, ist ein solcher nicht mit Bestimmtheit zu erkennen, ebensowenig eine Wirkung der wechselnden Temperatur.

Die Wägungen werden zugleich benutzt, um zu prüfen, ob die Apparate Gewichtsveränderungen erkennen liessen, wenn dieselben, wie es behufs Ausführung der Reaction nöthig war, aus der Waage genommen, wiederholt angefasst, leicht mit einem Leintuche abgewischt, und in verschiedenen Lagen wieder in die Waage eingesetzt wurden. Nach Vornahme dieser Manipulationen führte man die Wägung sodann am nächsten Tage aus. Wie aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich, ist ein wesentlicher Einfluss nicht zu constatiren.

In Folge Heizung des Zimmers war die Temperatur bei den verschiedenen Wägungen schwankend.

Vor der Reaction.

Wäg. Nr.	Datum 1892		$A-B$	Temp.	Gewicht von 1^{ccm} Luft
1	16. Jan.	Nach 24stündigem Stehen der Apparate in der			
2		Waage	$8^{mg}462$	14°2	$1^{mg}212$
3	17. »	Nach Abwischen beider Apparate am 16. Jan.	466	17.3	1.211
4	18. »	Nichts geändert	500	15.9	1.224
5	20. »	Nach Abwischen von Apparat B am 19. Jan.	447	16.4	1.218
6	21. »	Nichts geändert	468	14.8	1.222
7	25. »	Nach 3tägigem Stehen von Apparat A ausserhalb der Waage	499	18 0	1.193
	27. »	Nichts geändert	420	17.2	1.203
		Mittel	$8^{mg}466$		
		Wahrscheinlicher Fehler des Mittels	±0.007		
		Grösste Differenz zwischen 2 Wägungen	0.080		

Nach der Reaction im Apparat B.

Wäg. Nr.	Datum 1892		$A-B$	Temp.	Gewicht von 1^{ccm} Luft
1	31. Jan.	Nach dem Einsetzen beider Apparate am 30. Jan.	$8^{mg}635$	15°1	$1^{mg}200$
2	1. Febr.	Nichts geändert	624	15.1	1.203
3	2. »	» »	620	17.0	1.177
4	3. »	» »	589	16.5	1.191
5	4. »	Nach Abwischen beider Apparate am 3. Febr.	625	16.4	1.178
6	5. »	Flüssigkeit in den Schenkeln von A ungleich gestellt	604	15.8	1.188
7	6. »	Apparat A um 180° gedreht	618	15.7	1.190
8	7. »	Nichts geändert	611	16.5	1.197
9	8. »	» »	596	15.4	1.192
10	9. »	Flüssigkeit in A wieder gleich hoch gestellt	634	14.3	1.225
11	10. »	Nichts geändert, Lage wie bei Nr. 1	605	13.8	1.232
12	12. »	» » » » » » »	589	15.6	1.205
13	14. »	» » » » » » »	603	14.9	1.210
14	16. »	Apparat B 24 Stunden ausserhalb der Waage	563	14.8	1.201
15	20. »	Nichts geändert, Lage wie bei Nr. 1	545	15.9	1.196
16	5. März	» » » » » » »	560	14.7	1.229
17	6. »	» » » » » » »	542	14.5	1.226
18	7. »	» » » » » » »	563	14.8	1.215
		Mittel	$8^{mg}596$		
		Wahrscheinlicher Fehler des Mittels	±0.005		
		Grösste Differenz zwischen 2 Wägungen	0.093		

Die eingetretene Gewichtsveränderung ist hiernach folgende:

Vor der Reaction: $B = 927^{g}30 - 8^{mg}466$

Nach » » $B = 927.30 - 8.596$

Somit Gewichtsabnahme von B um: $0^{mg}130 \pm 0^{mg}012$

entsprechend einer:

Gewichtsabnahme der Reactionsmasse (171^{g}34) um: $^{1}/_{1300000}$
» des Apparates (927.30) » $^{1}/_{7000000}$.

Das Resultat der drei Versuche über die Reduction von Silbersulfat durch Eisenvitriol ist schliesslich:

Versuch I^{a}: 0^{mg}167 Gewichtsabnahme für 114^{g}22 Reactionsmasse
» I^{b}: 0.131 » » 114.22 »
» II: 0.130 » » 171.34 »

Hiernach beträgt die Gewichtsverminderung:

	für 100^{g} Reactionsmasse	für 100^{g} abgeschiedenen Silbers
Versuch I^{a}:	0^{mg}146	0^{mg}417
» I^{b}:	0.115	0.327
» II:	0.076	0.217
	Mittel:	0^{mg}320

Die Beurtheilung dieser Zahlen folgt später.

Zweite Reaction.

Jodsäure und Jodwasserstoff.

Zu der Reaction liess sich wässerige Jodwasserstoffsäure nicht benutzen, weil bei dem langen Stehen der Apparate ein allmähliches Übertreten von Jodwasserstoffgas zu der Jodsäure stattfinden konnte. Es musste in der Weise verfahren werden, dass man in den einen Schenkel Jodsäurelösung nebst Schwefelsäure und in den andern Jodkaliumlösung brachte. Die beim Mischen auftretende Umsetzung war daher folgende:

$$HJO_3 + 5\,H_2SO_4 + 5\,KJ = 6J + 5\,KHSO_4 + 3\,H_2O.$$

Versuch I.

Der obigen Gleichung entsprechend ist in die Apparate eingefüllt worden:

Substanzen vor der Umsetzung			Stoechiometrische Menge	Substanzen nach der Umsetzung	
in den einen Schenkel	HJO_3	15^{g}	auf 15^{g}	J	64^{g}92
	H_2SO_4	45	41.82	$KHSO_4$	58.10
i. d. and. Schenkel	KJ	71	70.80	H_2O	4.60
			127^{g}62		127^{g}62

Die für jeden Schenkel bestimmten Substanzen wurden zuerst in einem 200^{ccm} Kolben in Wasser gelöst und die Flüssigkeit sodann eingefüllt.

Die Volumbestimmung der fertigen Apparate bei der Temperatur 14°3 hatte ergeben für:

A : 873.ccm45 B : 873.ccm43 Diff. : 0.ccm02

Das Gewicht jedes Apparates betrug 720g75 und es war A um etwa 4mg schwerer als B.

Erste Versuchshälfte. Reaction in Apparat *A*.

Zu diesem Versuch, welcher der erste aller vorgenommenen war, hatte die Westphal'sche Waage gedient. Da nur eine einmalige Umwechselung der Belastungen ausgeführt wurde, konnten die Wägungsdifferenzen bis über 0mg1 betragen.

Vor der Reaction			Nach der Reaction		
Wäg. Nr.	Datum 1890	$A-B$	Wäg. Nr.	Datum 1890	$A-B$
1	8. Jan.	4.mg446	16	17. Febr.	4.mg423
2	11. "	377	17	18. "	365
3	14. "	363	18	19. "	326
4	15. "	408	19	21. "	374
5	16. "	432	20	22. "	364
6	17. "	410	21	24. "	405
7	18. "	454	22	1. März	291
8	29. "	385	23	3. "	320
9	1. Febr.	453	24	4. "	400
10	4. "	341	25	5. "	339
11	5. "	417	26	6. "	380
12	7. "	344	27	8. "	310
13	8. "	369	28	13. "	298
14	13. "	375	29	31. "	339
15	14. "	409	30	3. April	347
Mittel		4.mg399			4.mg352
Wahrscheinlich. Fehler des Mittels		±0.007			±0.008
Grösste Differenz zwischen 2 Wägungen.		0.113			0.132

Hiernach war:

Vor der Reaction: $A = 720^{g}75 + 4^{mg}399$

Nach " " $A = 720.75 + 4.352$

Somit Gewichtsabnahme um: $0^{mg}047 \pm 0.015$.

Gew.-Abnahme der Reactionsmasse $(127^{g}62)$: $1/2700000$

" " des Apparates $(720^{g}75)$: $1/15000000$.

Zweite Versuchshälfte. Reaction in Apparat *B*.

Hierzu diente die Rueprecht'sche Waage. Da bei dieser das Verhältniss der Balkenarme von demjenigen der Westphal'schen Waage

abwich, so musste, um die Belastung der Scale anzupassen, an Apparat *B* ein anderes Stückchen Platindraht als Ausgleichungsgewicht angebracht werden. Hierdurch wurde *B* um etwa 3^{mg} schwerer als *A*. — Doppelte Umwechselung der Belastungen.

Vor der Reaction			Nach der Reaction		
Wäg. Nr.	Datum 1890	*B*—*A*	Wäg. Nr.	Datum 1890	*B*—*A*
1	2. Mai	$3^{mg}.759$	6	9. Mai	$3^{mg}.654$
2	4. »	772	7	10. »	656
3	5. »	755	8	11. »	632
4	6. »	766	9	12. »	682
5	7. »	776	10	13. »	635
	Mittel	$3^{mg}.766$			$3^{mg}.652$
	Wahrsch. Fehler	±0.003			±0.006
	Grösste Differenz zwischen 2 Wägungen.	0.021			0.050

Somit hat man:

Vor der Reaction: $B = 720^{g}.75 + 3^{mg}.766$

Nach » » : $B = 720.75 + 3.652$

Gewichtsabnahme: $0^{mg}.114 \pm 0.009$

Gewichtsabnahme der Reactionsmasse $(127^{g}.62) : {}^{1}/_{1120000}$

» des Apparates $(720.75) : {}^{1}/_{6300000}$.

Versuch II.

Die Beschickung der Apparate war folgende:

		Substanzen vor der Umsetzung	Stoechiom. Menge	Substanzen nach der Umsetzung	
In dem einen Schenkel	HJO_3	$18^{g}.48$	$18^{g}.48$	J	$79^{g}.98$
	H_2SO_4	55	51.53	$KHSO_4$	71.56
Im andern	KJ	87.21	87.21	H_2O	5.68
			$157^{g}.22$		$157^{g}.22$

Die Jodsäure nebst Schwefelsäure wurde in 200^{g}, das Jodkalium in 185^{g} Wasser gelöst.

Zwei Volumbestimmungen der fertigen Apparate hatten als Unterschied ergeben:

1. $A = 903^{ccm}.51$ $B = 903^{ccm}.57$ Differenz $0^{ccm}.06$
2. $A = 903.53$ $B = 903.60$ » 0.07

Gewicht jedes Apparates: $756^{g}.95$, *A* um etwa 2^{mg} schwerer als *B*. Die Wägungen wurden mittels der RUEPRECHT'schen Waage unter zweimaligem Umtausch der Belastungen vorgenommen.

Erste Versuchshälfte. Reaction in Apparat *A*.

Vor der Reaction			Nach der Reaction		
Wäg. Nr.	Datum 1891	$A-B$	Wäg. Nr.	Datum 1891	$A-B$
1	22. Febr.	$2^{mg}416$	6	1. März	$2^{mg}315$
2	24. »	414	7	2. »	336
3	25. »	448	8	3. »	324
4	26. »	421			
5	27. »	440			
	Mittel	$2^{mg}428$			$2^{mg}325$
	Wahrsch. Fehler des Mittels	±0.005			±0.004
	Grösste Differenz zwischen 2 Wägungen.	0.034			0.021

Zweite Versuchshälfte. Reaction in Apparat *B*.

In Folge Aufstellung der Waage in einem andern Raum und neuer Justirung derselben musste die Differenz $A-B$ abermals bestimmt werden. Sie ergab sich um $0^{mg}2$ höher als früher.

Vor der Reaction			Nach der Reaction		
Wäg. Nr.	Datum 1891	$A-B$	Wäg. Nr.	Datum 1891	$A-B$
1	7. März	$2^{mg}524$	6	28. März	$2^{mg}644$
2	9. »	545	7	29. »	664
3	10. »	520	8	30. »	657
4	18. »	543	9	31. »	619
5	26. »	557	10	1. April	616
	Mittel....	$2^{mg}538$			$2^{mg}640$
	Wahrsch. Fehler des Mittels	±0.005			±0.006
	Grösste Differenz zwischen 2 Wägungen.	0.033			0.048

Das Resultat der beiden Versuche ist hiernach:

Reaction in Apparat *A*

Vor der Reaction: $A = 756^{g}95 + 2^{mg}428$

Nach » » $A = 756.95 + 2.325$

Gewichtsabnahme: $0^{mg}103 \pm 0.009$.

Reaction in Apparat *B*

Vor der Reaction: $B = A - 2^{mg}538$

Nach » » $B = A - 2.640$

Gewichtsabnahme: $0^{mg}102 \pm 0.011$.

Gewichtsverminderung der Reactionsmasse ($157^{g}22$) $1/1500000$

» des Apparates ($756^{g}95$) $1/7400000$.

Versuch III.

Die Apparate waren in folgender Weise beschickt worden:

	Substanzen vor der Umsetzung		Stöchiom. Mengen	Substanzen nach der Umsetzung	
In dem einen Schenkel	HJO_3	37^g5	36^g97	J	160^g00
	H_2SO_4	110	103.07	$KHSO_4$	143.15
Im andern	KJ	174.46	174.46	H_2O	11.35
			314^g50		314^g50

Zur Lösung der Jodsäure waren 220^g Wasser, zu derjenigen des Jodkaliums 200^g verwandt worden.

Das äussere Volum der Apparate nach dessen Ausgleichung durch einen Hülfskörper betrug bei:

A $938^{ccm}.89$ B $938^{ccm}.84$ Diff. $0^{ccm}.05$

Gewicht jedes Apparates 986^g74. A um etwa 3^{mg} schwerer als B.

Die beiden Apparate wurden nach der Volumbestimmung 3 Stunden im Luftbade auf 45° erhitzt, sodann im Vacuum und zuletzt im Waagengehäuse 2 Wochen stehen gelassen, ehe man mit den Wägungen begann. RUEPRECHT'sche Waage.

I. Vor der Reaction			II. Nach der Reaction in App. A			III. Nach der Reaction in App. B		
Wäg. Nr.	Datum 1891	$A-B$	Wäg. Nr.	Datum 1891	$A-B$	Wäg. Nr.	Datum 1891	$A-B$
1	6. Mai	$3^{mg}.870$	5	13. Mai	$3^{mg}.666$	13	5. Juni	$3^{mg}.722$
2	7. "	870	6	14. "	738	14	6. "	701
3	9. "	884[1]	7	25. "	706	15	8. "	701
4	10. "	871	8	27. "	709[2]	16	12. "	703[4]
			9	29. "	711[3]	17	19. "	711
			10	30. "	673			
			11	2. Juni	688			
			12	3. "	682			
Mittel		$3^{mg}.874$			$3^{mg}.697$			$3^{mg}.708$
Wahrsch. Fehler des Mittels		±0.002			±0.006			±0.003
Grösste Abweichung zwischen 2 Wägungen ..		0.014			0.072			0.021

[1] Wägung Nr. 3 war ausgeführt worden nach 1stündigem Erhitzen des Apparates A auf 40°.

[2] Wägung Nr. 8 nach 2stündigem Erhitzen von A auf 40° und rascher Abkühlung.

[3] Wägung Nr. 9 nach 4stündigem Erhitzen beider Apparate auf 45° und langsamer Abkühlung.

[4] Wägung Nr. 16 nach 2stündiger Erhitzung beider Apparate auf 45°.

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist ein Einfluss dieser Erhitzungen auf das Gewicht der Apparate nicht mit Bestimmtheit wahrzunehmen.

Die beiden Versuche haben somit folgende Gewichtsänderungen ergeben:

Reaction in *A*

Vor der Reaction: $A = 986^{g}74 + 3^{mg}874$
Nach » » $A = 986^{g}74 + \underline{3.697}$
Gewichtsabnahme: $0^{mg}177 \pm 0.008$

Gewichtsabnahme der Reactionsmasse $(314^{g}50) : {}^{1}/_{1200000}$
» des Apparates $(986^{g}74) : {}^{1}/_{5600000}$

Reaction in *B*

Vor der Reaction: $B = A - 3^{mg}697$
Nach » » $B = A - \underline{3.708}$
Gewichtsabnahme: $0^{mg}011 \pm 0.009$

Gewichtsabnahme der Reactionsmasse $(314^{g}50) : {}^{1}/_{29000000}$
» des Apparates $(986.74) : {}^{1}/_{90000000}$

Stellt man schliesslich alle bei den drei Doppelversuchen erhaltenen Gewichtsänderungen zusammen, so zeigt sich folgendes Ergebniss:

Versuch	Reactionsmasse	Beob. Gewichtsabnahme	Abnahme für 100^{g} Reactionsmasse
I*a*	$121^{g}62$	$0^{mg}047$	$0^{mg}037$
I*b*	»	0.114	0.089
II*a*	157.22	0.103	0.066
II*b*	»	0.102	0.065
III*a*	314.50	0.177	0.056
III*b*	»	0.011	0.003

Dritte Reaction.

Jod und Natriumsulfit.

Beim Zusammenbringen dieser beiden Körper können zwei verschiedene Umsetzungen eintreten. Fügt man Jod zu überschüssigem Natriumsulfit, so bleibt die Flüssigkeit neutral und enthält dann dithionsaures Natrium:

$$2J + 2Na_2SO_3 = 2NaJ + Na_2S_2O_6 .$$

Wird umgekehrt zu überschüssigem Jod schwefligsaures Natrium gesetzt, so zeigt die Mischung stark saure Reaction in Folge Bildung von Jodwasserstoff bez. Schwefelsäure:

$$2J + Na_2SO_3 + H_2O = 2HJ + Na_2SO_4 .$$

Bei der Ausführung der nachfolgenden Versuche konnten beide Reactionen gleichzeitig auftreten.

Versuch I.

Der eine Schenkel der Apparate wurde mit 90^g gepulvertem Jod und 200^g Wasser beschickt, der andere mit $134^g\ Na_2SO_3 + 7H_2O$ und 156^g Wasser, was dem Verhältniss von 2 At. J auf $1^1/_2$ Mol. Na_2SO_3 entspricht. Um den Übertritt von Joddämpfen zu der Natriumsulfitlösung zu verhindern, habe ich die Flüssigkeit in beiden Schenkeln mit einer etwa 5^{mm} hohen Schicht von Paraffinöl bedeckt, welches Mittel auch bei langem Stehen der Apparate vollständig seinen Zweck erfüllte. Bei der Reaction verschwand das Jod gänzlich.

Gewicht der Reactionsmasse: $90^g\ J + 67^g\ Na_2SO_3 = 157^g$. — Volum der ausgeglichenen Apparate: $A = 906^{ccm}94$. $B = 906^{ccm}96$: Diff. $0^{ccm}02$. — Gewicht jedes Apparates 918^g58; A um etwa 5^{mg} schwerer als B. — RUEPRECHT'sche Waage. Zweimalige Umwechselung der Belastungen.

Vor der Reaction			
Wäg. Nr.	Datum 1890		$A - B$
1	6. Juli	Ursprünglich	$5^{mg}488$
2	7. "		519
3	9. "	Nach 2stündigem Erhitzen von Apparat A auf 30 bis 32°	502
4	11. "		478
5	12. "		482
6	18. "		480
7	19. "	Nach abermaligem 3stündigem Erhitzen von Apparat A auf 32°	475
8	20. "		492
9	22. "		482
10	23. "		496
11	25. "	Nach 2stündigem Erhitzen beider Apparate auf 40°	513
12	26. "		508
13	27. "		487
		Mittel....	$5^{mg}492$
		Wahrscheinlicher Fehler des Mittels.....	± 0.003
		Grösste Abweichung zwischen 2 Wägungen	0.044

Nach der Reaction in App. A			Nach der Reaction in App. B		
Wäg. Nr.	Datum 1890	$A - B$	Wäg. Nr.	Datum 1890	$A - B$
14	29. Juli	$5^{mg}599$	19	5. Aug.	$5^{mg}619$
15	30. "	608	20	6. "	654
16	1. Aug.	582	21	7. "	610
17	2. "	596			
18	3. "	602			
	Mittel....	$5^{mg}597$			$5^{mg}628$
	Wahrscheinlicher Fehler des Mittels.....	± 0.003			± 0.009
	Grösste Abweichung zwischen 2 Wäg...	0.026			0.034

Das Ergebniss der beiden Versuche ist somit:

Reaction in Apparat *A*.

Vor der Reaction: $A = 918^{g}.58 + 5.^{mg}492$
Nach » » $A = 918.58 + 5.597$
Zunahme: $0.^{mg}105 \pm 0.006$

Reaction in Apparat *B*.

Vor der Reaction: $B = A - 5.^{mg}597$
Nach » » $B = A - 5.628$
Abnahme: $0.^{mg}031 \pm 0.012$

Versuch II.

Die Beschickung der aus Jenaer Glas hergestellten Apparate betrug in dem einen Schenkel 110^{g} Jod und 200^{g} Wasser, in dem andern 164^{g} $Na_2SO_3 + 7\,H_2O$ und 145^{g} Wasser. — Gewicht der Reactionsmasse: $110^{g}\,J + 82^{g}\,Na_2SO_3 = 192^{g}$. — Volum der ausgeglichenen Apparate: $A = 969.^{ccm}990$. $B = 969.^{ccm}965$; Differenz $0.^{ccm}025$ — Gewicht: $913^{g}65$.

Erste Versuchshälfte. Reaction in Apparat *A*.

Rueprecht'sche Waage. Zweimalige Umwechselung der Belastungen.

Vor der Reaction			Nach der Reaction		
Wäg. Nr.	Datum 1891	$A - B$	Wäg. Nr.	Datum 1891	$A - B$
1	30. Juli	$4.^{mg}456$	6	10. Aug.	$4.^{mg}473$
2	2. Aug.	509	7	12. »	495
3	4. »	497	8	13. »	486
4	6. »	472	9	14. »	448
5	8. »	456	10	15. »	477
	Mittel....	$4.^{mg}474$			$4.^{mg}476$
	Wahrsch. Fehler des Mittels	± 0.009			± 0.005
	Grösste Abweichung zwischen 2 Wäg..	0.073			0.047

Zweite Versuchshälfte. Reaction in Apparat *B*.

Stückrath'sche Waage. Um die Belastungen der Scale des Instrumentes anzupassen, musste der als Ausgleichungsgewicht dienende Platindraht geändert werden, wodurch sich die Differenz $A - B$ verschob und vor der Reaction nochmals zu bestimmen war.

Vor der Reaction			Nach der Reaction		
Wäg. Nr.	Datum	$A-B$	Wäg. Nr.	Datum	$A-B$
1	1891 11. Dec.	$8^{mg}.073$	10	1891 27. Dec.	$8^{mg}.173$
2	13. »	8.038	11	28. »	147
3	14. »	8.021	12	29. »	133
4	16. »	7.979	13	29. »	137
5	16. »	8.021	14	30. »	153
6	17. »	8.060	15	31. »	146
7	18. »	7.987	16	1892 2. Jan.	160
8	22. »	8.057	17	4. »	132
9	23. »	8.002	18	7. »	198
	Mittel	$8^{mg}.026$			$8^{mg}.153$
	Wahrsch. Fehler des Mittels	± 0.007			± 0.005
	Grösste Differenz zwischen 2 Wägungen.	0.094			0.066

Man hat somit:

Reaction in Apparat A

Vor der Reaction: $A = 913^{g}.65 + 4^{mg}.474$
Nach » » $A = 913.65 + \underline{4.476}$
Zunahme: $0^{mg}.002 \pm 0.014$

Reaction in Apparat B

Vor der Reaction: $B = A - 8^{mg}.026$
Nach » » $B = A - \underline{8.153}$
Abnahme: $0^{mg}.127 \pm 0.012$.

Das Endresultat der beiden Doppelversuche ist folgendes:

Versuch I. $\begin{cases} a + 0^{mg}.105 \\ b - 0.031 \end{cases}$
Versuch II. $\begin{cases} a + 0.002 \\ b - 0.127 \end{cases}$

Vierte Reaction.

Chloralhydrat und Kaliumhydroxyd.

$$CCl_3 \cdot CH(OH)_2 + KOH = CCl_3H + CHKO_2 + H_2O.$$

Apparate aus Jenaer Glas, der eine Schenkel beschickt mit 150^{g} gepulvertem Chloralhydrat, der andere mit einer Lösung von 55^{g} Ätzkali (theor. Menge 51^{g}) in 100^{g} Wasser. Nach der Umsetzung mussten entstanden sein 108^{g} Chloral, 76^{g} Kaliumformiat und 17^{g} Wasser. Ge-

wicht der Reactionsmasse 201^g. Gewicht jedes Apparates 670^g20. Volum der Apparate: $A = 894^{ccm}86$, $B = 894^{ccm}82$, Diff. $0^{ccm}04$.

Rueprecht'sche Waage. — Da die Gewichtsbestimmung Nr. 10 nach Vornahme der Reaction in B vollständig mit den frühern zusammenfiel, so wurden die Wägungen nicht weiter fortgesetzt.

Vor der Reaction			Nach der Reaction in Apparat A			Nach der Reaction in Apparat B.		
Wäg. Nr.	Datum 1891	$A-B$	Wäg. Nr.	Datum 1891	$A-B$	Wäg. Nr.	Datum 1891	$A-B$
1	1. Juli	$4^{mg}081$	6	12. Juli	$4^{mg}074$	10	9. Aug.	$4^{mg}051$
2	3. »	068	7	24. »	053			
3	5. »	010	8	2. Aug.	075			
4	7. »	022	9	3. »	029			
5	9. »	050						
Mittel		$4^{mg}046$			$4^{mg}058$			
Wahrsch. Fehler des Mittels		±0.009			±0.007			
Grösste Abweichg. zwischen 2 Wäg.		0.071			0.046			

Das Ergebniss ist:

	Reaction in App. A.	Reaction in App. B.
Vor der Reaction	$A = 670^g20 + 4^{mg}046$	$B = A - 4^{mg}058$
Nach der Reaction	$A = 670.20 + 4^{mg}058$	$B = A - 4^{mg}051$
	Zunahme: $0^{mg}012$	Zunahme: $0^{mg}007$
	± 0.016	

Das Mittel $0^{mg}01$ entspricht einer Änderung:

des Gewichtes der Reactionsmasse um $^1/_{20000000}$

» » des Apparates » $^1/_{67000000}$.

Die beiden beobachteten Abnahmen liegen innerhalb der Versuchsfehler und es hat sich demnach bei der Reaction zwischen Chloralhydrat und Aetzkali keine Gewichtsänderung nachweisen lassen.

Versuche über etwaige Gewichtsänderungen beim Lösungsprocess.

Die Veranlassung zu den folgenden Wägungen lag in dem Umstande, dass die anfänglich ausgeführten Versuche über die Reduction von Silbersulfat sowie Jodsäure eine Gewichtsabnahme ergeben hatten, während bei der Umsetzung zwischen Jod und Natriumsulfit eine Gewichtszunahme auftrat. In den beiden ersten Fällen findet Abscheidung eines festen Körpers (Silber oder Jod) statt, und wenn aus den specifischen Gewichten der einzelnen in den Apparaten vorhandenen flüssigen und festen Bestandtheile die mittlere Dichte des Ge-

sammtinhaltes berechnet wird, so zeigt sich, dass diese nach der Reaction grösser ist als vorher. Umgekehrt wird bei dem Verschwinden von festem Jod mittels Natriumsulfit die mittlere Dichte der Masse kleiner. Die Änderungen waren beispielsweise bei einigen der frühern Versuche folgende:

Silbersulfat und Eisenvitriol. Versuch I.

Mittlere Dichte des Inhaltes der Apparate	vor der Reaction:	1.2332
	nach » »	1.2538
	Zunahme:	0.0206 = 1.67 Proc.

Jodsäure und Jodwasserstoff. Versuch I.

Mittlere Dichte des Inhaltes der Apparate	vor der Reaction:	2.2196[1]
	nach » »	1.2287[1]
	Zunahme:	0.0091 = 0.75 Proc.

Jod und Natriumsulfit. Versuch I.

Mittlere Dichte des Inhaltes der Apparate	vor der Reaction:	1.2686
	nach » »	1.2480
	Abnahme:	0.0200 = 1.58 Proc.

Somit schien ein Zusammenhang zwischen diesen Änderungen der Dichte und den bei den Reactionen beobachteten Ab- und Zunahmen des absoluten Gewichtes nicht unmöglich zu sein, und in Folge dessen lag es nahe, Systeme von Körpern anzuwenden, welche vor und nach der Umsetzung eine möglichst grosse Verschiedenheit der mittlern Dichte besitzen. Dies lässt sich am einfachsten erreichen durch Auflösen fester Körper in Wasser, und ich habe hierfür Chloralhydrat angewandt.

Chloralhydrat und Wasser.

Die Dichte des festen Chloralhydrats beträgt nach Bestimmungen, welche Hr. Plath ausführte, 1.9093, und wenn der eine Schenkel der Apparate mit 3 Th. dieser Substanz, der andere mit 1 Th. Wasser beschickt wird, so muss die mittlere Dichte des Inhaltes 1.5557 betragen. Für eine 75procentige Chloralhydratlösung ergab sich dagegen

[1] Beispielsweise aus folgenden Zahlen berechnet: Vor der Reaction besass die in dem einen Schenkel eingefüllte Jodsäurelösung das specif. Gewicht $d_{20}^{20} = 1.1915$, die im andern Schenkel befindliche Jodkaliumlösung das specif. Gewicht 1.2490; das absolute Gewicht jeder Flüssigkeit betrug 248‡6. — Nach der Reaction waren vorhanden: 64‡92 Jod vom specif. Gewicht 4.922, und 432‡28 Flüssigkeit, deren Dichte = 1.1042 gefunden wurde.

das spec. Gew. $d_{20}^{20} = 1.4787$: es findet demnach beim Lösungsprocess eine Verminderung der Dichte um 0.0770, entsprechend 4.95 Procent statt. Dieser Betrag übersteigt bedeutend denjenigen, welcher bei den chemischen Reactionen auftrat, und wenn die oben genannte Vermuthung richtig war, so musste eine erhebliche Änderung und zwar Zunahme des absoluten Gewichtes erwartet werden.

In die angewandten Apparate wurden einerseits 312^{g} gepulvertes Chloralhydrat, anderseits 104^{g} Wasser eingefüllt und die Oberfläche des letztern mit einer dünnen Schicht flüssigen Paraffins bedeckt, um die Verdunstung zu verhindern. Das äussere Volum der durch einen Zusatzkörper ausgeglichenen Gefässe betrug für A $878^{ccm}.72$, für B $878^{ccm}.80$; Differenz $0^{ccm}.08$. Gewicht $698^{g}.62$[1]. Stückrath'sche Waage. Der Lösungsprocess ist bloss in einem der beiden Apparate vorgenommen worden.

Vor der Auflösung			Nach der Auflösung		
Wäg. Nr.	Datum 1891	$A-B$	Wäg. Nr.	Datum 1891	$A-B$
1	15. April	$5^{mg}.696$	6	22. April	$5^{mg}.695$
2	16. „	703	7	23. „	721
3	17. „	705	8	23. „	713
4	18. „	731	9	24. „	686
5	19. „	719	10	25. „	723
	Mittel....	$5^{mg}.711$			$5^{mg}.708$
	Wahrsch. Fehler des Mittels	±0.004			±0.005
	Grösste Abweichung zwischen 2 Wäg....	0.035			0.035

Das Gewicht vor und nach der Auflösung ist völlig unverändert geblieben, und es können daher die bei den chemischen Reactionen beobachteten Ab- und Zunahmen des Gewichtes nicht von blossen Dichte-Änderungen der Körper herrühren.

Dieses Resultat ist auch in Bezug auf die bekannten Aetherstosstheorien der Schwere von Interesse. Nach denselben müsste, wenn die Dichtigkeit einer Masse sich ändert, deren gravitirende Wirkung hierdurch beeinflusst werden. Diese Frage ist bis jetzt experimentell nicht entschieden, der obige Versuch spricht gegen jene Hypothesen.

Ein zweiter Versuch musste leider unterbrochen werden, weil die Gewichtsdifferenz der beiden Apparate von Anfang an eine all-

[1] Zu diesem Gewicht kam noch dasjenige eines vergoldeten Messungstativs, in welches der Apparat gesetzt und mit diesem zusammen gewogen wurde. Die ganze Belastung jeder Waageschale betrug 1315^{g}. Später wurde jenes Stativ durch ein leichteres ersetzt.

mähliche Zunahme zeigte, und zwar wahrscheinlich in Folge einer kleinen Öffnung am Gefässe *B*, welche sich jedoch nicht entdecken liess. Siehe die Tabelle am Schlusse des Abschnittes über die Fehlerquellen.

Resultate.

Die folgende Tabelle enthält zunächst eine Zusammenstellung der erhaltenen Versuchszahlen:

Reaction	Versuch	I Gewicht des Apparates	II Gewicht der Reactions-Masse	III Beobachtete Gewichts-Änderung	IV Wahrscheinl. Fehler der Wägungen	V Gewichts-Änderung für 100 g React.-Masse
Silbersulfat und Eisenvitriol	Ia	922 g	114.2	−0.mg167	±0.mg014	−0.mg146
	Ib	"	"	— 0.131	0.020	— 0.115
	II	927	171.3	— 0.130	0.012	— 0.076
Jodsäure und Jodwasserstoff	Ia	721 g	127.6	−0.mg047	±0.mg015	−0.mg037
	Ib	"	"	— 0.114	0.009	— 0.089
	IIa	757	157.2	— 0.103	0.009	— 0.066
	IIb	"	"	— 0.102	0.011	— 0.065
	IIIa	987	314.5	— 0.177	0.008	— 0.056
	IIIb	"	"	— 0.011	0.009	— 0.003
Jod und Natriumsulfit	Ia	919 g	157.0	+0.mg105	±0.mg006	+0.mg067
	Ib	"	"	— 0.031	0.012	— 0.020
	IIa	914	192.0	+ 0.002	0.014	+ 0.001
	IIb	"	"	— 0.127	0.012	— 0.066
Chloralhydrat u. Ätzkali	a	670 g	201.0	+0.mg012	±0.mg016	+0.mg006
	b	"	"	+ 0.007	—	+ 0.003
Chloralhydrat u. Wasser		699 g	416 g	−0.mg003	±0.mg009	—

Aus dieser Tabelle lassen sich nachstehende Ergebnisse ableiten:

1. Die Reaction zwischen Silbersulfat und Eisenvitriol hat bei allen drei Versuchen eine Gewichtsabnahme von 0.mg130 bis 0.mg167 ergeben, welche den wahrscheinlichen Fehler der Wägungen um das 6 bis 12 fache übersteigt. Trotzdem kann das Auftreten einer solchen Gewichtsänderung noch keineswegs als sicher festgestellt erachtet werden, denn es ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass vielleicht in jedem dieser drei Fälle eine der früher erwähnten plötzlichen Versetzungen der Waage bei dem Herausnehmen des Apparates stattgefunden hat. Wie ferner die bei Jod und Natriumsulfit Vers. I[a] und II[b] (Col. III) beobachteten Gewichtsänderungen von +0.mg105 und −0.mg127 zeigen, kann der bei einem Versuch auftretende Gesammtfehler bis über 0.mg1 hinausgehen. Endlich ist noch der Umstand

verdächtig, dass die bei der Abscheidung von Silber stattgefundenen Gewichtsabnahmen sich nach Col. V nicht proportional den angewandten Reactionsmassen erweisen. Aus diesen Gründen wären noch mehrfache Wiederholungen des Versuches nöthig, um die Frage mit Sicherheit zu entscheiden.

Ein bestimmtes Resultat kann indessen schon jetzt aus diesen Beobachtungen gezogen werden: Nimmt man die erhaltene Gewichtsabnahme als wirklich stattfindend an, so lässt sich prüfen, ob dieselbe auf das Atomgewicht des Silbers einen solchen Einfluss ausübt, dass dadurch dessen Abweichung von einer ganzen Zahl erklärlich wird. Wie bekannt hat Stas eine Reihe von Atomgewichtsbestimmungen des Silbers mittels Reduction von Silbersulfat durch Wasserstoff ausgeführt, und wenn auch dieser Process nicht völlig mit dem bei Anwendung von Eisenvitriol vor sich gehenden übereinstimmt, so hat man doch in beiden Fällen den Übergang von Silbersulfat in metallisches Silber. In der folgenden Tabelle enthält Col. I sowie II die von Stas[1] angegebenen Versuchszahlen, III das aus denselben mit Zugrundelegung von O = 16 und S = 32.074 abgeleitete Atomgewicht des Silbers, und IV das letztere bezeichnet unter der Annahme, dass je 100^g aus Silbersulfat abgeschiedenen Silbers um $0^{mg}32$ zu leicht gefunden werden. Diese Zahl folgt als Mittel aus den oben mitgetheilten drei Gewichtsabnahmen.

Versuch von Stas Nr.	I Angewandtes Silbersulfat	II Erhaltenes Silber	III Atomgewicht des Silbers	IV Atomgewicht mit Correction
1	72^g137	49^g919	107.9289	107.9298
2	60.251	41.692	9133	9142
3	81.023	56.071	9468	9477
4	83.115	57.523	9727	9737
5	55.716	38.5595	9641	9650
6	63.922	44.2355	9392	9401

Wie ersichtlich wird durch die Correction das Atomgewicht des Silbers nur um 0.0009 vergrössert, während die aus den verschiedenen Analysen sich ergebenden Werthe schon in der zweiten Decimale um mehrere Einheiten von einander abweichen; es übt somit die fragliche Gewichtsänderung, wenn sie wirklich auftreten sollte, keinen irgendwie in Betracht kommenden Einfluss aus. Wenn das Atomgewicht sich auf 108 (O = 16) erhöhen sollte, müsste bei der Abscheidung

[1] Die Zahlen finden sich in den älteren »Recherches sur les rapports réciproques des poids atomiques« von J. S. Stas, sowie in der Aronstein'schen Übersetzung der »Nouvelles recherches etc.« S. 218.

von 100^g Silber aus dem Sulfate eine Gewichtsabnahme von $25^{mg}28$ stattfinden. Setzt man mit Zugrundelegung der Wasserstoffeinheit $Ag = 107.668$, so würde sogar eine Verminderung um 118^{mg} erforderlich sein.

2. Bei der Reaction zwischen Jodsäure und Jodwasserstoff haben die sechs Versuche sämmtlich eine Gewichtsabnahme ergeben. Dieselbe ist jedoch zweimal (Vers. I*a* und III*b*) so klein ($0^{mg}047$ und $0^{mg}011$) ausgefallen, dass sie dem wahrscheinlichen Fehler der Wägung sehr nahe steht, und man daraus auf ein völliges Constantbleiben des Gewichtes bei der chemischen Umsetzung schliessen kann. In den vier andern Fällen übersteigt die Gewichtsänderung von $0^{mg}102$ bis $0^{mg}177$ die Wägungsfehler sehr bedeutend, und sie zeigt sich auch, wie aus Col. V ersichtlich, annähernd proportional der Reactionsmasse. Bedenkt man aber, dass, wie aus den bei Jod und Natriumsulfit erhaltenen positiven und negativen Zahlen hervorgeht, der mögliche Fehler eines Versuches über $0^{mg}1$ betragen kann, so wird man auch hier die beobachtete Gewichtsabnahme noch durchaus nicht als sicher constatirt ansehen dürfen. Immerhin bleibt es auffallend, dass nie eine Gewichtsvermehrung gefunden wurde.

3. Die vier Versuche betreffend die Umsetzung zwischen Jod und Natriumsulfit haben zweimal eine Zunahme und zweimal eine Abnahme des Gewichtes ergeben und zwar in Beträgen, welche sich nahezu aufheben. Hiernach muss bei dieser Reaction eine völlige Unveränderlichkeit des Gewichtes als höchst wahrscheinlich angenommen werden.

4. Bei der Zersetzung des Chloralhydrats durch Ätzkali liessen die zwei Versuche keine Gewichtsänderung erkennen, denn die aufgetretenen Differenzen bleiben unterhalb der Wägungsfehler.

5. Beim Auflösen von Chloralhydrat in Wasser ist das Gewicht völlig unverändert geblieben.

Das Endresultat der Untersuchung ist somit, dass bei keiner der angewandten Reactionen sich eine Gewichtsänderung mit Bestimmtheit hat constatiren lassen. Wenn solche dennoch bestehen sollten, so sind sie, wie die Versuche über die Abscheidung von Silber und von Jod gezeigt haben, von einer derartigen Kleinheit, dass dadurch die stoechiometrischen Rechnungen in keiner Weise beeinflusst werden. Demzufolge ist auch die der ganzen Arbeit zu Grunde gelegte Frage, ob die Abweichungen der Atomgewichte von ganzen Zahlen etwa davon herrühren, dass bei den chemischen Umsetzungen der Körper eine gewisse Menge wägbaren Aethers aus- oder eintritt, im verneinenden Sinne entschieden. Damit schliesst sich der letzte Ausweg, welcher der Prout'schen Hypothese noch offen geblieben war.

Eine weitere Fortsetzung dieser Versuche schien mir nicht mehr nothwendig zu sein, besonders da das Ergebniss derselben mit demjenigen übereinstimmt, welches schon Stas sowie Kreichgauer bei Anwendung ganz anderer Reactionen erhalten hatten. Wenn sich auch die Genauigkeit der Gewichtsbestimmungen noch günstiger gestalten lässt, namentlich durch völliges Constanthalten der Temperatur des Waagenzimmers, so ist es doch zweifelhaft, ob man bei der Wägung von Glasgefässen, welche ungefähr 1 Liter Volum und 1 Kilogramm Gewicht besitzen, jemals dazu gelangen wird, kleinere Unterschiede als $0^{mg}1$ mit Sicherheit festzustellen. Aber selbst im Falle dies gelänge, würden wie schon oben bemerkt, die etwa beobachteten Gewichtsänderungen ihres minimalen Betrages wegen für die Chemie doch von keiner reellen Bedeutung sein. In physikalischer Hinsicht dürfte es dagegen wohl Interesse bieten, die nicht genügend aufgeklärten Gewichtsabnahmen, welche sich bei der Reduction von Silber und Jod stets gezeigt haben, durch eine Reihe weiterer Versuche auf ihr wirkliches Bestehen zu prüfen, denn es herrscht immerhin keine vollständige Sicherheit darüber, dass dieselben sämmtlich auf Beobachtungsfehlern beruhen.

Ausgegeben am 4. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1893.
XXIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

4. Mai. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. Frobenius las über auflösbare Gruppen.

2. Hr. Schulze legte vor den von Hrn. Dr. A. Voeltzkow eingereichten zweiten Bericht über eine mit Unterstützung der K. Akademie der Wissenschaften unternommene Untersuchung über Biologie und Embryonalentwickelung der Krokodile.

3. Derselbe legte eine Abhandlung von Dr. G. W. Müller in Greifswald vor über Lebensweise und Entwickelungsgeschichte der Ostracoden.

Die drei Mittheilungen folgen umstehend.

4. Hr. Conze überreichte von Seiten des kaiserlichen archaeologischen Instituts das 4. Heft der im Auftrage der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien und mit Unterstützung des archaeologischen Instituts herausgegebenen Attischen Grabreliefs.

5. Das von dem correspondirenden Mitgliede Hrn. Cavvadias in Athen eingesendete Werk Fouilles d'Épidaure vol. 1 wurde vorgelegt.

Seine Majestät der Kaiser und König haben mittels Allerhöchsten Erlasses vom 5. April d. J. die auf den Geheimen Regierungs-Rath Prof. Dr. Vahlen hierselbst gefallene Wahl zum beständigen Secretar der Akademie zu bestätigen geruht.

Die Wahl des ordentlichen Professors Dr. Oscar Hertwig hierselbst zum ordentlichen Mitgliede der physikalisch-mathematischen Classe der Akademie ist durch Allerhöchsten Erlass vom 17. April d. J. bestätigt worden.

Die philosophisch-historische Classe hat zur Fortführung der Herausgabe der politischen Correspondenz Friedrich's des Grossen 6000 M. bewilligt.

Über auflösbare Gruppen.

Von G. Frobenius.

Wenn man nur die Ordnung einer endlichen Gruppe kennt, so kann man, wie zuerst Hr. Sylow entwickelt hat, aus der Art, wie diese Zahl aus Primfactoren zusammengesetzt ist, weitgehende Schlüsse über die Constitution der Gruppe ziehen (Math. Ann. Bd. 5). Jede Gruppe, deren Ordnung eine Potenz einer Primzahl ist, ist nach einem Satze von Sylow die Gruppe einer durch Wurzelausdrücke auflösbaren Gleichung oder, wie ich mich kurz ausdrücken will, eine auflösbare Gruppe. Ich will hier ein Gegenstück zu diesem Satze entwickeln: Jede Gruppe, deren Ordnung ein Product von lauter verschiedenen Primzahlen ist, ist auflösbar. Die Compositionsfactoren ihrer Ordnung sind die einzelnen Primzahlen der Reihe nach von der kleinsten bis zur grössten. Ist also $h = p_1 p_2 \dots p_n$ die Ordnung einer Gruppe $\mathfrak{H}$ und sind $p_1 < p_2 < \dots < p_n$ ihre Primfactoren, so besitzt $\mathfrak{H}$ eine Reihe invarianter Untergruppen $\mathfrak{H}_1, \mathfrak{H}_2 \dots \mathfrak{H}_n$, von denen $\mathfrak{H}_\lambda$ die Ordnung $p_{\lambda+1} p_{\lambda+2} \dots p_n$ hat und in $\mathfrak{H}_{\lambda-1}$ enthalten ist.

1.

Schon Galois hat die Bemerkung gemacht, dass jede Gruppe, deren Ordnung kleiner als 60 ist, auflösbar ist. Hr. Hölder hat (Math. Ann. Bd. 40) alle Gruppen untersucht, deren Ordnung kleiner als 200 ist und aus der Ordnung allein ihre Constitution bestimmt. Hr. Cole hat (American Journ. of Math. vol. 14) diese Untersuchung auf die Gruppen ausgedehnt, deren Ordnung kleiner als 500 ist (vergl. §. 6).

Solche inductive Untersuchungen sind namentlich darum nützlich, weil sie eine Fülle bemerkenswerther allgemeiner Eigenschaften der Gruppen liefern. Es scheint mir aber vortheilhafter, dabei statt der Grösse der Ordnung die Art ihrer Zusammensetzung aus Primfactoren in Betracht zu ziehen. Sieht man von dem trivialen Falle ab, wo die Ordnung der Gruppe eine Primzahl ist, so ist jede Gruppe, deren Ordnung ein Product von zwei Primzahlen ist, eine auflösbare, und nur dann nicht nothwendig eine Abel'sche, wenn die eine Primzahl

in Bezug auf die andere congruent 1 ist. Eine Gruppe der Ordnung p^2 ist demnach immer eine Abel'sche, d. h. ihre Elemente sind vertauschbar. Hr. Hölder hat in der oben erwähnten Arbeit gezeigt, dass auch jede Gruppe, deren Ordnung ein Product von drei Primzahlen ist, auflösbar ist. Ich habe diese Induction weiter fortgesetzt und den nämlichen Satz für ein Product von vier Primzahlen bewiesen. Eine Ausnahme bildet allein die Ikosaedergruppe, deren Ordnung gleich $60 = 2^2 \cdot 3 \cdot 5$ ist. Damit nämlich eine solche Gruppe nicht auflösbar sei, müssen die beiden kleinsten Primzahlen gleich sein, und wenn die Ordnung p^2qr ist, wo $p < q < r$ ist, so muss $p^2 - 1 \mod. q$ sein, was nur möglich ist, wenn $p = 2$, $q = 3$ ist. Endlich muss $pq = 1 \pmod. r$ und folglich $r = 5$ sein. Die Unmöglichkeit, die allgemeine Gleichung fünften Grades durch Wurzelausdrücke aufzulösen, erscheint von dem hier gewählten Standpunkte aus in einem neuen Lichte. Sie tritt nur darum ein, weil die Zahl 60 einer gewissen Anzahl von Bedingungen genügt, die keine andere aus nur vier Primzahlen zusammengesetzte Zahl erfüllt.

Die analoge Untersuchung über Gruppen, deren Ordnung aus fünf Primfactoren besteht, ist, wenn auch nicht schwer, doch schon recht mühsam. Ich glaube aber, dass unter diesen Gruppen nur die folgenden nicht auflösbar sind: Erstens. 2 Gruppen der Ordnung $120 = 2^3 \cdot 3 \cdot 5$. Die Compositionsfactoren der Ordnung sind bei der einen 2 und 60, bei der andern 60 und 2. Zweitens. 3 einfache Gruppen, gebildet von den eigentlichen gebrochenen linearen Substitutionen in Bezug auf einen Primzahlmodul p von der Ordnung $\frac{1}{2} p(p^2-1)$ für $p = 7$, 11 und 13. Die Ordnungen sind

$$168 = 2^3 \cdot 3 \cdot 7, \quad 660 = 2^2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 11, \quad 1092 = 2^2 \cdot 3 \cdot 7 \cdot 13.$$

2.

Der Satz von Sylow, dass jede Gruppe der Ordnung p^α auflösbar ist, lässt sich auf zwei Arten beweisen. Entweder theilt man die Elemente in Classen ähnlicher Elemente und zeigt so, dass die Gruppe ein von dem Hauptelement E verschiedenes Element enthält, das mit allen Elementen vertauschbar ist. Oder man beweist, dass jede ihrer Untergruppen der Ordnung $p^{\alpha-1}$ invariant ist, ein Satz, der sich dahin verallgemeinern lässt: Ist p die kleinste in g aufgehende Primzahl, und ist $f < p$, so ist eine Untergruppe der Ordnung g von einer Gruppe der Ordnung fg stets eine invariante. Um dies einzusehen, braucht man nur, wenn $\mathfrak{G}$ die Untergruppe der Ordnung g ist, die Elemente der ganzen Gruppe $\mathfrak{H}$ in Classen von Elementen zu theilen, die nach dem Doppelmodul $\mathfrak{G}, \mathfrak{G}$ aequivalent sind.

Es scheint bisher nicht bemerkt worden zu sein, dass man die Bedingungen für die Auflösbarkeit einer Gruppe mit Hülfe jenes Satzes von Sylow auf eine besonders einfache Form bringen kann. Galois drückt die Bedingungen, welche für die Auflösbarkeit nothwendig und hinreichend sind, so aus: Die Gruppe $\mathfrak{H}$ enthält eine Reihe von Untergruppen $\mathfrak{H}_1, \mathfrak{H}_2 \ldots \mathfrak{H}_n$, deren letzte nur aus dem Hauptelemente besteht, von denen jede eine invariante Untergruppe der vorhergehenden ist, und für welche der Quotient der Ordnungen von je zwei auf einander folgenden eine Primzahl ist. Oder kürzer: $\mathfrak{H}$ enthält eine invariante Untergruppe $\mathfrak{G}$, die selbst auflösbar ist, und deren Ordnung sich von der Ordnung von $\mathfrak{H}$ nur durch einen Primfactor unterscheidet. Oder endlich: Entweder ist die Ordnung von $\mathfrak{H}$ eine Primzahl, oder $\mathfrak{H}$ besitzt eine von $\mathfrak{H}$ und der Hauptgruppe verschiedene invariante Untergruppe $\mathfrak{G}$, und die Gruppen $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{G}}$ und $\mathfrak{G}$ sind beide auflösbar.

Mittelst des Satzes von Sylow lässt sich das Criterium von Galois nun so umformen: Die Gruppe $\mathfrak{H}$ enthält eine Reihe von invarianten Untergruppen $\mathfrak{H}_1, \mathfrak{H}_2 \ldots \mathfrak{H}_m$, deren letzte nur aus dem Hauptelemente besteht, von denen jede durch die folgende theilbar ist, und für welche der Quotient der Ordnungen von je zwei auf einander folgenden eine Potenz einer Primzahl ist. Diese hinreichende Bedingung ist auch eine nothwendige, wenn die Reihe der invarianten Untergruppen eine lückenlose ist, d. h. wenn es keine von $\mathfrak{H}_\lambda$ und $\mathfrak{H}_{\lambda+1}$ verschiedene Gruppe giebt, die in $\mathfrak{H}_\lambda$ enthalten ist und $\mathfrak{H}_{\lambda+1}$ enthält und eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$ ist. Oder kürzer: Entweder ist die Ordnung von $\mathfrak{H}$ eine Potenz einer Primzahl, oder $\mathfrak{H}$ enthält eine invariante Untergruppe $\mathfrak{G}$, deren Ordnung eine Potenz einer Primzahl ist, und für welche die Gruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{G}}$ auflösbar ist. Der Unterschied der beiden Criterien besteht hauptsächlich darin, dass die betrachtete invariante Untergruppe $\mathfrak{G}$ von $\mathfrak{H}$ bei dem ersten einen möglichst hohen, bei dem zweiten einen möglichst niedrigen Grad besitzt. Aus seiner letzten Form ergeben sich ganz besonders einfach die Sätze, welche Abel über die Primitivität der Gruppe gegeben hat, wenn man den Satz von Camille Jordan benutzt, dass jede invariante Untergruppe einer primitiven Gruppe transitiv ist.

Hr. Sylow hat allgemeiner angegeben, dass eine Gruppe der Ordnung $p^\alpha q^\beta r^\gamma s^\delta \ldots$ stets auflösbar ist, wenn $p > q^\beta r^\gamma s^\delta \ldots$, $q > r^\gamma s^\delta \ldots$, $r > s^\delta \ldots$ ist. Nach den Gruppen der Ordnung p^α hätte man zunächst die zu untersuchen, deren Ordnung $p^\alpha q^\beta$ nur durch zwei verschiedene Primzahlen theilbar ist. Für verschiedene kleinere Werthe von α und

so ist es leicht die Constitution der Gruppe zu ermitteln. Z. B. ist, wie ich bei einer anderen Gelegenheit ausführen will, eine Gruppe der Ordnung $p^\alpha q$ immer auflösbar.

3.

Ich wende mich nun zu dem Satze, welcher den eigentlichen Gegenstand dieser Arbeit bildet. Sein Beweis beruht auf folgendem Lemma:

> Sind die Primfactoren der Zahl a alle unter einander verschieden, und ist jeder Primfactor von b grösser als der grösste Primfactor von a, so giebt es in einer Gruppe der Ordnung ab genau b Elemente, deren Ordnung in b aufgeht.

Ist p eine in a aufgehende Primzahl, so enthält eine Gruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung $h = ab$ nach dem Cauchy'schen Satze eine Untergruppe $\mathfrak{P}$ der Ordnung p, welche aus den Potenzen eines Elementes P besteht. Die mit der Gruppe $\mathfrak{P}$ vertauschbaren Elemente von $\mathfrak{H}$ bilden eine Gruppe $\mathfrak{Q}$. Ihre Ordnung sei $a'pb'$, wo $a'p$ ein Divisor von a und b' ein Divisor von b sei. Endlich sei $a = a'a''p$ und $b = b'b''$. Da h die Primzahl p nur in der ersten Potenz enthält, so giebt es nach dem Sylow'schen Satze in $\mathfrak{H}$ $a''b''$ verschiedene und zwar conjugirte Gruppen $\mathfrak{P}$, und jeder derselben entspricht in der angegebenen Weise eine Gruppe $\mathfrak{Q}$ der Ordnung $a'pb'$. Jede solche Gruppe $\mathfrak{Q}$ enthält nur eine Untergruppe $\mathfrak{P}$ der Ordnung p. Jedes Element Q von $\mathfrak{H}$, dessen Ordnung $q = rp$ durch p theilbar ist, gehört einer der Gruppen $\mathfrak{Q}$ an. Denn $Q^r = P$ hat die Ordnung p. Ist also $\mathfrak{P}$ die Gruppe der Potenzen von P, so ist Q mit P, also auch mit $\mathfrak{P}$ vertauschbar. Zwei verschiedene Gruppen $\mathfrak{Q}$ haben aber kein solches Element Q gemeinsam. Denn sonst hätten sie auch $Q^r = P$ gemeinsam, also auch die Gruppe $\mathfrak{P}$ der Potenzen von P.

Nun will ich den Beweis auf einen Inductionsschluss gründen: Ist $a = 1$, also die Anzahl n der Primfactoren von a gleich 0, so ist der Satz selbstverständlich. Angenommen, er sei für den Fall, wo die Anzahl der in a aufgehenden Primfactoren $< n$ ist, bereits dargethan. Ist dann p die grösste in a aufgehende Primzahl, so enthält die Gruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung $\frac{a}{p} \cdot pb$ genau pb Elemente, deren Ordnung in pb aufgeht. Ebenso enthält eine Gruppe $\mathfrak{Q}$ der Ordnung $a'pb''$ genau pb' Elemente, deren Ordnung in pb, also auch in pb' aufgeht. Denn die Ordnung jedes Elementes von $\mathfrak{Q}$ geht in die Ordnung $a'pb'$ dieser Gruppe auf. Soll sie also auch in pb aufgehen, so muss sie auch in dem grössten gemeinsamen Divisor pb' dieser beiden Zahlen

enthalten sein. Ich will nun zeigen, dass $\mathfrak{H}$ genau $(p-1)b$ Elemente enthält, deren Ordnung zugleich ein Vielfaches von p und ein Theiler von pb ist. Daraus folgt dann, dass $\mathfrak{H}$ genau $pb-(p-1)b=b$ Elemente enthält, deren Ordnung ein Theiler von pb, aber kein Vielfaches von p ist, also in b aufgeht.

Zu dem Zwecke werde ich beweisen: Ist Q ein Element von $\mathfrak{Q}$, dessen Ordnung q in pb, mithin auch in pb' aufgeht, so haben auch

$$Q,\quad QP,\quad QP^2,\ldots\quad QP^{p-1},$$

also die p Elemente des Complexes $Q\mathfrak{P}$ dieselbe Eigenschaft, und unter ihnen befinden sich $p-1$, deren Ordnung durch p theilbar ist, und eins, dessen Ordnung nicht durch p theilbar ist. Denn jedes Element Q von $\mathfrak{Q}$ ist mit der Gruppe $\mathfrak{P}$ vertauschbar, genügt also der Bedingung $Q^{-1}PQ=P^s$. Nun muss aber s ≢ 1 (mod. p), also Q mit P vertauschbar sein: Denn da $Q^q=E$ ist, so ist $P=Q^{-q}PQ^q=P^{(s^q)}$ und mithin $s^q\equiv 1\pmod p$. Weil aber q ein Divisor von pb ist, und die Primfactoren von b alle $\geq p$ sind, so sind q und $p-1$ theilerfremd. Aus den Congruenzen $s^q\equiv 1$ und $s^{p-1}\equiv 1$ folgt daher $s\equiv 1$.

Ist nun zunächst q nicht durch p theilbar, also ein Divisor von b', so ist die Ordnung von QP^λ gleich qp, falls λ von 0 verschieden ist, und damit ist die obige Behauptung über die p Elemente des Complexes $Q\mathfrak{P}$ dargethan. Ist aber $q=rp$ durch p theilbar, so hat Q^r die Ordnung p, also ist $Q^r=P^s$, und $Q\mathfrak{P}$ besteht aus den p Elementen $QP^{s\lambda}=Q^{1+r\lambda}(\lambda=0,1,\ldots p-1)$. Die Ordnung eines solchen Elementes ist pr und nur dann r, wenn $1+r\lambda\equiv 0\pmod p$ ist. Dies tritt, da r nicht durch p theilbar ist, für einen und nur einen Werth von λ ein.

Eine Gruppe $\mathfrak{Q}$ enthält genau pb' Elemente, deren Ordnung in pb aufgeht. Diese zerfallen in b' Complexe von der Form $Q\mathfrak{P}$. Folglich befinden sich unter ihnen $(p-1)b'$, deren Ordnung durch p theilbar ist, und b', deren Ordnung nicht durch p theilbar ist. Die Gruppe $\mathfrak{H}$ enthält $a''b''$ verschiedene Gruppen $\mathfrak{Q}$. Jedes Element von $\mathfrak{H}$ dessen Ordnung durch p theilbar ist, kommt in einer und nur einer dieser $a''b''$ Gruppen vor. Folglich enthält $\mathfrak{H}$ genau $(p-1)b'\cdot a''b''=a''(p-1)b$ Elemente, deren Ordnung ein Vielfaches von p und ein Theiler von pb ist. Nun enthält aber $\mathfrak{H}$ genau pb Elemente, deren Ordnung in pb aufgeht, und dazu gehört das Hauptelement E, dessen Ordnung 1 nicht durch p theilbar ist. Daher ist $a''(p-1)b<pb$ oder $(a''-1)(p-1)<1$ und mithin $a''=1$. Demnach enthält $\mathfrak{H}$ genau $(p-1)b$ Elemente, deren Ordnung ein Vielfaches von p und ein Theiler von pb ist, und folglich genau b Elemente, deren Ordnung in b aufgeht. Aus der Gleichung $a''=1$ ergiebt sich ferner die Folgerung:

Die Ordnung einer Gruppe $\mathfrak{H}$ sei apb, wo p eine Primzahl ist, a durch kein Quadrat theilbar ist und nur durch Primzahlen, die $<p$ sind, b aber nur durch Primenzahlen, die die $>p$ sind. Sei $\mathfrak{P}$ eine Untergruppe von $\mathfrak{H}$, deren Ordnung gleich p ist. Dann bilden die mit $\mathfrak{P}$ vertauschbaren Elemente von $\mathfrak{H}$ eine Gruppe, deren Ordnung durch ap theilbar ist.

Dass sich in einer Gruppe der Ordnung $h = ab$ genau b Elemente befinden, deren Ordnung in b aufgeht, kann man mittelst der obigen Deduction schon daraus schliessen, dass a und b relativ prim sind, die Primfactoren $p, q, r, \ldots v$ von a alle unter einander verschieden sind und sich so ordnen lassen, dass $p-1$ und $\frac{h}{p}$, $q-1$ und $\frac{h}{pq}$, $r-1$ und $\frac{h}{pqr}$, $\ldots$ $v-1$ und $\frac{h}{pqr\ldots v}$ theilerfremd sind.

4.

Aus dem entwickelten Lemma ergiebt sich nun leicht der Satz:

Sind $p_1 < p_2 < \ldots < p_n$ n verschiedene Primzahlen, so enthält eine Gruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung $p_1 p_2 \ldots p_n$ eine und nur eine Untergruppe $\mathfrak{H}_\lambda$ der Ordnung $p_{\lambda+1} p_{\lambda+2} \ldots p_n$. Diese ist daher eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$ und ist in $\mathfrak{H}_{\lambda-1}$ enthalten. Die Gruppe $\mathfrak{H}$ ist aus den Gruppen

$$\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{H}_1}, \quad \frac{\mathfrak{H}_1}{\mathfrak{H}_2}, \ldots \quad \frac{\mathfrak{H}_{n-2}}{\mathfrak{H}_{n-1}}, \quad \mathfrak{H}_{n-1}$$

der Ordnungen

$$p_1, \quad p_2, \ldots \quad p_{n-1}, \quad p_n$$

zusammengesetzt.

Denn $\mathfrak{H}$ enthält eine Untergruppe $\mathfrak{H}_{n-1}$ der Ordnung p_n und nur eine, weil es in $\mathfrak{H}$ nicht mehr als p_n Elemente giebt, deren Ordnung in p_n aufgeht. Folglich ist $\mathfrak{H}_{n-1}$ eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$. Mithin ist $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{H}_{n-1}}$ eine Gruppe der Ordnung $p_1 p_2 \ldots p_{n-1}$, enthält also eine und nur eine Untergruppe $\frac{\mathfrak{H}_{n-2}}{\mathfrak{H}_{n-1}}$ der Ordnung p_{n-1}. Daher ist $\mathfrak{H}_{n-2}$ eine invariante Untergruppe der Ordnung $p_{n-1} p_n$ von $\mathfrak{H}$ und besteht aus allen Elementen von $\mathfrak{H}$, deren Ordnung in $p_{n-1} p_n$ aufgeht, und die Gruppe $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{H}_{n-2}}$ hat die Ordnung $p_1 p_2 \ldots p_{n-2}$, u. s. w.

Eine besonders bemerkenswerthe Folgerung aus dem bewiesenen Satze ist diese: Seien A und B zwei Elemente von $\mathfrak{H}$, a und b ihre Ordnungen. Ist $p_{\lambda+1}$ die kleinste in ab enthaltene Primzahl, so gehen nach den über h gemachten Voraussetzungen a und b beide in $p_{\lambda+1} p_{\lambda+2} \cdots p_n$ auf. Daher gehören beide der Gruppe $\mathfrak{H}_\lambda$ an und mithin auch ihr Product. Folglich ist auch die Ordnung von AB ein Divisor von $p_{\lambda+1} p_{\lambda+2} \cdots p_n$. Die Ordnung des Productes mehrerer Elemente ist also durch keine Primzahl theilbar, welche kleiner ist, als die kleinste Primzahl, die in die Ordnung eines der Factoren aufgeht.

Zum Theil hängen die erhaltenen Resultate mit folgendem Satze zusammen, auf den ich bei einer anderen Gelegenheit zurückzukommen gedenke:

> Ist $\mathfrak{G}$ eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$, sind g und h die Ordnungen von $\mathfrak{G}$ und $\mathfrak{H}$, und sind die Zahlen g und $\frac{h}{g}$ theilerfremd, so ist jede Untergruppe von $\mathfrak{H}$, deren Ordnung in g aufgeht, in $\mathfrak{G}$ enthalten. Daher besteht $\mathfrak{G}$ aus allen Elementen von $\mathfrak{H}$, deren Ordnung in g aufgeht.

5.

Mittelst derselben Principien lässt sich auch der folgende Satz beweisen:

> Sind $p_1 < p_2 \ldots < p_n < p$ $n+1$ verschiedene Primzahlen, so enthält eine Gruppe der Ordnung $p_1 p_2 \ldots p_n p^\alpha$ eine und nur eine Untergruppe $\mathfrak{H}_\lambda$ der Ordnung $p_{\lambda+1} p_{\lambda+2} \cdots p_n p^\alpha$. Diese ist daher eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$ und ist in $\mathfrak{H}_{\lambda-1}$ enthalten. Die Gruppe $\mathfrak{H}$ ist aus den Gruppen
>
> $$\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{H}_1}, \quad \frac{\mathfrak{H}_1}{\mathfrak{H}_2}, \cdots \quad \frac{\mathfrak{H}_{n-1}}{\mathfrak{H}_n}, \quad \mathfrak{H}_n$$
>
> der Ordnungen
>
> $$p_1, \quad p_2 \cdots \quad p_n \cdot \quad p^\alpha$$
>
> zusammengesetzt, die letzte $\mathfrak{H}_n$ wieder aus α Gruppen der Ordnung p. Jede Gruppe der Ordnung $p_1 p_2 \ldots p_n p^\alpha$ ist folglich auflösbar.

Denn nach dem SYLOW'schen Satze enthält $\mathfrak{H}$ eine Untergruppe $\mathfrak{H}_n$ der Ordnung p^α und nur eine, weil es in $\mathfrak{H}$ nicht mehr als p^α Elemente giebt, deren Ordnung in p^α aufgeht. Folglich ist $\mathfrak{H}_n$ eine

invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$. Mithin ist $\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{H}_n}$ eine Gruppe der Ordnung $p_1 p_2 \dots p_n$ u. s. w.

Bei einer anderen Gelegenheit will ich aus dem obigen Lemma noch den Satz herleiten:

Sind $p_1 < p_2 < \dots < p_n < q < r$ verschiedene Primzahlen, so enthält eine Gruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung $p_1 p_2 \dots p_n q^\beta r^\gamma$ eine und nur eine Untergruppe $\mathfrak{H}_n$ der Ordnung $p_{n+1} p_{n+2} \dots p_n q^\beta r^\gamma$, $\mathfrak{H}_n$ der Ordnung $q^\beta r^\gamma$, $\mathfrak{H}_{n+2}$ der Ordnung r^γ und eine Untergruppe $\mathfrak{H}_{n+1}$ der Ordnung $q r^\gamma$. Diese sind daher invariante Untergruppen von $\mathfrak{H}$, jede ist in der vorhergehenden enthalten und $\mathfrak{H}$ ist aus den Gruppen

$$\frac{\mathfrak{H}}{\mathfrak{H}_1}, \quad \frac{\mathfrak{H}_1}{\mathfrak{H}_2}, \dots \quad \frac{\mathfrak{H}_{n-1}}{\mathfrak{H}_n}, \quad \frac{\mathfrak{H}_n}{\mathfrak{H}_{n+1}}, \quad \frac{\mathfrak{H}_{n+1}}{\mathfrak{H}_{n+2}}, \quad \mathfrak{H}_{n+2}$$

der Ordnungen

$$p_1, \quad p_2, \dots \quad p_n, \quad q, \quad q, \quad r$$

zusammengesetzt, also auflösbar. Eine Ausnahme tritt nur ein für $q = 2$, $r = 3$, also $n = 0$. Eine Gruppe der Ordnung $2^2 \cdot 3^\gamma$, die keine invariante Untergruppe der Ordnung $2 \cdot 3^\gamma$ hat, hat eine solche der Ordnung $2^2 \cdot 3^{\gamma-1}$ und $3^{\gamma-1}$ und ist in Bezug auf die letztere als Modul die Tetraedergruppe der Ordnung 12.

6.

In der Eingangs erwähnten Arbeit des Hrn. Cole ist es unentschieden gelassen, ob es einfache Gruppen der Ordnung $432 = 2^4 \cdot 3^3$ giebt. Ich will daher zeigen, dass keine Gruppe $\mathfrak{H}$ der Ordnung $h = p^\alpha q^\beta$ einfach sein kann, wenn p und q Primzahlen sind und $p < q$ ist. Ist $\beta = 1$, so folgt die Behauptung aus dem am Ende des §. 2 angegebenen Satze. Sei also $\beta > 1$ und $\mathfrak{H}$ einfach. Eine Untergruppe $\mathfrak{Q}$ der Ordnung q^β ist dann keine invariante Untergruppe. Es giebt also eine von $\mathfrak{Q}$ verschiedene mit $\mathfrak{Q}$ conjugirte Untergruppe $\mathfrak{Q}_1$. Sei $\mathfrak{E}$ das kleinste gemeinschaftliche Vielfache, $\mathfrak{D}$ der grösste gemeinsame Divisor von $\mathfrak{Q}$ und $\mathfrak{Q}_1$.

Die Ordnung e von $\mathfrak{E}$ kann nicht $p^\alpha q^\beta = \frac{h}{p}$ sein. Sonst wäre, da p die kleinste in h aufgehende Primzahl ist, $\mathfrak{E}$ nach §. 2 eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$. Auch kann nicht $e = p q^\beta$ sein, weil eine Gruppe $\mathfrak{E}$ der Ordnung $p q^\beta$ nicht zwei verschiedene Untergruppen $\mathfrak{Q}$ und $\mathfrak{Q}_1$ der Ordnung q^β enthält. Sei $e = p^\gamma q^\beta$. Die mit $\mathfrak{Q}$ vertauschbaren Elemente von $\mathfrak{E}$ bilden eine Gruppe $\mathfrak{Q}'$. Ihre Ordnung kann nicht $p^2 q^\beta$ sein, sonst

würde $\mathfrak{C}$ nicht zwei verschiedene Untergruppen der Ordnung q^β enthalten. Sie kann auch nicht pq^β sein, weil $p < q$, also nicht $p \equiv 1 \bmod. q$ ist. Ist sie gleich q^β, so ist $p^2 \equiv 1 \bmod. q$, also $p = 2$, $q = 3$. Da $\mathfrak{H}$ einfach ist und eine Untergruppe $\mathfrak{C}$ der Ordnung $p^2q^\beta = \frac{h}{4}$ besitzt, so lässt sich $\mathfrak{H}$ als Gruppe von Substitutionen von 4 Symbolen darstellen. Das ist aber nicht möglich, weil 4! nicht durch 2^4 theilbar ist.

Daher ist $c = p^4q^\beta$ und $\mathfrak{C} = \mathfrak{H}$. Die Ordnung des grössten gemeinsamen Divisors $\mathfrak{D}$ von zwei verschiedenen conjugirten Gruppen $\mathfrak{Q}$ und $\mathfrak{Q}_1$ kann nicht $q^{\beta-1}$ sein. Sonst wäre $\mathfrak{D}$ eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{Q}$ und $\mathfrak{Q}_1$, also auch von ihrem kleinsten gemeinschaftlichen Vielfachen $\mathfrak{H}$, und es wäre $\mathfrak{D}$ von der Hauptgruppe verschieden, weil $\beta > 1$ ist. Nun sei $\mathfrak{Q}'$ die Gruppe der mit $\mathfrak{Q}$ vertauschbaren Elemente von $\mathfrak{H}$. Theilt man dann die Elemente von $\mathfrak{H}$ in Classen von Elementen, die nach dem Doppelmodul $\mathfrak{Q}$, $\mathfrak{Q}'$ aequivalent sind, so erkennt man, dass der Quotient der Ordnungen von $\mathfrak{H}$ und $\mathfrak{Q}'$ congruent 1 (mod. q^β) ist. Daher kann er nicht gleich p oder p^2 sein, auch nicht p^3, da nicht $p^2 + p + 1 \equiv 0 \bmod. q^\beta$ sein kann, auch nicht p^4, sonst wäre $(p^2-1)(p^2+1) \equiv 0 \bmod. q^\beta$. Ist er aber gleich 1, so ist $\mathfrak{Q}$ eine invariante Untergruppe von $\mathfrak{H}$.

Über Biologie und Embryonalentwickelung der Krokodile.

Von Dr. Alfred Voeltzkow
in Mojanga (Madagaskar).

(Vorgelegt von Hrn. Schulze.)

Im Jahre 1891 hatten meine Untersuchungen durch den grossen Brand, der die Hälfte der Stadt Mojanga einäscherte und auch mein gesammtes soeben empfangenes Material vernichtete, eine jähe Unterbrechung erfahren. Neues Material war nicht zu beschaffen, da Jedermann mit dem Aufbau der Häuser beschäftigt wurde und in jenen für mich wichtigen Tagen Niemand zu vermögen war, zum Aufsuchen von Krokodileiern auszuziehen. Jedoch hatte ich doch soviel gesehen, um meine Vermuthung, dass der erste Theil der Entwickelung schon im Eileiter durchlaufen wurde, als fast sicher erscheinen zu lassen.

Ich hatte nämlich, als die Zeit der Ei-Ablage heranmahte, Wachen ausgestellt, die jeden Tag vor Sonnenaufgang die Ufer der betreffenden Seen abpatrouilliren mussten, um etwaige Gelege unmittelbar nach der Ablage den Nestern zu entnehmen, so dass sie im Laufe desselben Tages noch zur Beobachtung kommen konnten. Trotz all der aufgewendeten Mühe gelang es mir nicht, über ein bestimmtes Stadium hinaus jüngere Embryonen aufzufinden und kam ich deshalb auf die Vermuthung, dass eventuell die Entwickelung schon im Eileiter ihren Anfang nähme. Um diese jüngsten Stadien zu erhalten, beschloss ich im Jahre 1892 zur Zeit der Ei-Ablage Krokodile in Menge zu schiessen und die Eier dem Eileiter zu entnehmen.

Zu diesem Zweck begab ich mich am 16. August nach Marovoay, einer Hovastation, ungefähr 20 englische Meilen landeinwärts an einem kleinen Nebenfluss des Betsiboka gelegen. Marovoay ist, wie schon sein Name — viel Krokodile — besagt wegen seiner Unmenge von Krokodilen berüchtigt, und versprach ich mir dort am ehesten Erfolg. Doch trotz aller Mühe gelang es mir nicht, auch nur ein einziges erwachsenes Thier zu erlangen. Das Aufstellen von Fallen erwies sich bei dem stark fliessenden Wasser als unausführbar, die Köder auf dem Lande wurden

nicht angenommen und die von mir und meinen Dienern geschossenen Krokodile giengen in dem tiefen Wasser stets verloren. Nach 10 Tagen kehrte ich unverrichteter Sache nach Mojanga zurück.

Meine Bemühungen waren hier wider Erwarten erfolgreicher und schon nach einigen Tagen gelangte ich in den Besitz der ersten Exemplare. Die Krokodile wurden auf dreierlei Weise gefangen. Als Köder wird das Gekröse, die Lungen u. s. w., überhaupt alle Theile von Rindern, die leichter als das Wasser sind und darin schwimmen, benutzt.

Bei der ersten Fangart werden zwei kreuzweis über einander gelegte zugespitzte Hölzer im Köder verborgen und vermittelst eines Strickes am Ufer befestigt. Beim Annehmen des Köders treiben sich die spitzen Enden des Holzes im hinteren Theil des Rachens oder im Hals fest und da das Thier den Rachen krampfhaft geschlossen hält, dringen sie beim Heranziehen an das Ufer immer tiefer in den Hals ein, jedoch es ist bei den heftigen Bewegungen des Thieres, die ein fortwährendes Reiben des Strickes an den scharfen Zähnen veranlassen, keine Seltenheit, dass der Strick reisst.

Die folgende Methode gewährt grössere Sicherheit. Es wird aus starkem Tau eine Schlinge hergestellt, die eine Öffnung von etwa $^1/_{12}{}^{m}$ Durchmesser besitzt und sich mit Leichtigkeit zuzieht. Am obern Ende wird der Köder angebracht; am untern Ende wird sie durch einen nur leicht befestigten frischen Ast aus einander gehalten und nach unten gezogen, so dass sie im Wasser senkrecht schwimmt und stets geöffnet ist. Von der Windseite wird die Schlinge in das Wasser geworfen und treibt nach der Mitte des Sees zu bis das daran befestigte Tau abgelaufen ist. Das Krokodil ergreift die Beute, indem es den Kopf mit Gewalt seitwärts schnellt, dadurch löst sich der an der Schlinge befestigte Ast, die Schlinge zieht sich zusammen und legt sich fest um den Ober- oder Unterkiefer. Fühlt das Krokodil, dass es gefangen ist, so begibt es sich auf den Grund und sucht sich im Schlamm einen Halt zu geben, indem es den Schwanz bogenförmig einschlägt. Ist der See mit Schilf bewachsen, so legt das Thier seinen Schwanz um die Wurzeln der Pflanzen und ist nur unter äusserster Anstrengung vieler Menschen an das Ufer zu ziehen.

Zum Fang mit Netzen, den ich auch erprobte, wurden etwa $20-30^{m}$ lange Netze, die sonst zum Fang von Haifischen dienen, verwendet. Vorsichtig wird es ausgespannt und dann unter lautem Geschrei und Lärm zum Ufer gezogen. Wurden die Krokodile in der Nähe des Ufers sichtbar, so wurden sie durch eine Kugel in den Nacken, die den ersten oder zweiten Halswirbel zerbricht, widerstandslos gemacht und können mit Leichtigkeit an das Ufer gezogen werden. Diese Methode ist zwar ziemlich ergebnissreich aber äusserst

kostspielig, da sehr häufig dabei auch die stärksten Netze zerrissen und völlig ruinirt werden.

Eine vierte Art des Fanges beruht auf der Erfahrung, dass die Krokodile einen unter der Wasserlinie beginnenden, landwärts gerichteten und sich langsam hebenden Gang von etwa 10–15^{m} Länge graben, der an seinem Ende etwas verbreitert ist, so dass sich das Thier darin bequem umdrehen kann. Hier stösst das Krokodil 2–3 Öffnungen durch die Decke, wahrscheinlich der Luftzufuhr wegen. Der Aussage der Eingeborenen nach dient dieser Gang als Aufenthaltsort zum ungestörten Verspeisen der Beute, jedenfalls findet man darin Knochen und andere Überreste, die diese Annahme wahrscheinlich machen. Die Eingeborenen, die diese Gänge geschickt aufzufinden wissen, treiben durch grosses Geschrei, Werfen mit Steinen, Schiessen in das Wasser die Thiere in ihre Zufluchtsorte. Da das Ende des Ganges genau bezeichnet ist durch die Luftlöcher, wird eine Strecke davor der Gang durch Baumstämme verrammelt und das Krokodil dann ausgegraben. Auf diese Art erhielt ich drei erwachsene Thiere.

Bis zum 18. September wurden 22 erwachsene Krokodile gefangen, darunter jedoch nur 4 Weibchen sämmtlich mit gefülltem Eileiter. Später erhielt ich noch 13 Krokodile 4 Männchen und 9 Weibchen, die jedoch sämmtlich schon die Eier abgelegt hatten. Im Ganzen befanden sich also unter 33 Krokodilen nur 12 Weibchen, jedenfalls scheint also ein Überwiegen der Männchen stattzufinden.

Sämmtliche dem Eileiter entnommene Eier besassen eine harte Schale, waren von einer etwa 1^{mm} dicken zähen Eiweissschicht umgeben und zwar befanden sich die Eier eines Thieres sämmtlich auf derselben Entwickelungsstufe. Trotz aller Sorgfalt hielten sich die Eier nur ungefähr 1 Tag frisch und entwickelten sich dann nicht weiter.

Über die Furchung und allererste Anlage vermag ich bis jetzt nichts anzugeben, da sich jene in Marovoay verlorenen Tage nicht wieder einbringen liessen.

In dem jüngsten von mir beobachteten Stadium erschien das Blastoderm noch wenig entwickelt, etwa 7^{mm} im Durchmesser, bei einem Durchmesser des Dotters von etwa 45–47^{mm}, der helle Fruchthof in der Ansicht von oben als fast kreisrunde Scheibe von etwa 3^{mm} Durchmesser dem Dotter aufgelagert. Die Medullarfalten zeigten sich mässig erhaben, sich etwas nach links biegend und sich vorn vereinigend, nach hinten fast unter rechtem Winkel zur Längsaxe verstreichend. Der Primitivstreif nur schwach sichtbar am hintern Ende.

Das nächste Stadium zeigt das Blastoderm stärker entwickelt, es hat einen Durchmesser von 21^{mm} erreicht. Der helle Fruchthof

hat eine birnförmige Gestalt angenommen; er liegt etwas excentrisch jedoch mehr der Mitte als dem Rande des Blastoderms genähert. Seine Lage ist nicht genau senkrecht zur Längsaxe des Eies sondern in der Mehrzahl der Fälle dazu unter einem Winkel von 45° geneigt, das verbreiterte vordere Ende dem Centrum zugewendet. Diess Stadium entspricht ungefähr dem in Balfour's Handbuch Fig. 107 abgebildeten. Die Rückenwülste haben sich im vordern Theil bis zur Berührung genähert ohne jedoch mit einander zu verschmelzen, im hintern Theil jedoch noch weit geöffnet, das vordere Ende des Primitivstreifens zwischen sich fassend. Mesoblastsomiten sind 5 sichtbar. Der helle Fruchthof ist von einer verdickten ringförmigen Zone umgeben, dem Keimwall, aus dem sich später der Gefässhof entwickelt.

Das letzte im Eileiter am 18. September gefundene Stadium zeigt den Embryo schon bedeutend weiter entwickelt. Das Amnion hat das hintere Ende des etwa 4^{mm} langen Embryos erreicht und lässt nur die Region um den neurenterischen Kanal frei. Der Kopf beginnt sich auf die Seite zu neigen, während der Körper noch seine ursprüngliche Lage beibehält. Mesoblastsomiten 11–12 erkennbar. Der Rest des Primitivstreifens als schmale Furche hinter dem Embryo sichtbar.

Von diesem Tage an war bei sämmtlichen Krokodilweibchen der Eileiter leer. Bis zu dem zuletzt beschriebenen Stadium scheint demnach die Entwickelung mit geringen Schwankungen vorzuschreiten, ehe die Ei-Ablage erfolgt. In Übereinstimmung damit zeigten ganz frisch abgelegte Eier sich stets bis zu diesem Stadium oder weiter entwickelt; jüngere Stadien bei einem Gelege aufzufinden ist mir nie gelungen.

Die weiteren Veränderungen, die der Embryo erleidet, bieten wenig des Bemerkenswerthen. Das Amnion schliesst sich bald vollständig über dem Embryo, der rasch anfängt in die Länge zu wachsen, der Gefässhof wird deutlicher sichtbar und das Herz fängt an zu pulsiren. Der Schwanz nimmt an Länge zu und der Embryo beginnt sich etwas kreisförmig zu rollen. Am Ende der zweiten Woche etwa Beginn der Kopfbeuge, während sich der Embryo ganz zusammen schlägt und rasch an Grösse zunimmt; mit etwa 3 Wochen hat er eine Länge vom Scheitel bis zum Schwanz von etwa 10^{mm} erreicht und lässt beginnende Pigmentirung des Auges erkennen. Ein wenig später beginnen die Gliedmaassen als kurze Stummel hervorzusprossen. Nach etwa $1^1/_2$ Monat beginnt sich die definitive Gestalt auszubilden, die mit etwa 2 Monaten erreicht ist. Der letzte Monat beschränkt sich auf Zunahme des Wachsthums und Ausbildung innerer Organe. Schliesslich wird der Rest des Dotters in die Leibeshöhle aufgenommen und das ganze Thier ist zum Ausschlüpfen bereit.

In Bezug auf die Ei-Ablage wäre noch nachzutragen, dass dieselbe durch einige Regengüsse angeregt des Nachts stattfindet, während derselben aber an keine bestimmte Stunde gebunden ist. In der Mehrzahl der Fälle scheint dieselbe jedoch kurz vor Tagesanbruch zu erfolgen. Zu erwähnen ist, dass nachdem die Hälfte der Eier abgelegt ist, das Thier dieselben mit Sand bedeckt, darauf die andere Hälfte ablegt und dann die Grube endgültig zuscharrt. Es scheint demnach die Ablage so zu erfolgen, dass zuerst die in dem einen Eileiter enthaltenen Eier abgelegt werden, worauf eine kleine Pause der Erholung eintritt bis zur Ablage der Eier des andern Eileiters. Damit stimmt überein, dass die beiden Abtheilungen stets die gleiche Anzahl der Eier enthalten, höchstens eine Differenz von ein oder zwei Eiern sich vorfindet, wie es ja auch im Eileiter der Fall ist.

Die Eier werden sämmtlich in derselben Nacht abgelegt, und nicht in einer Nacht die Hälfte und in der nächsten die andere Hälfte. Die Ufer der kleinern Seen wurden regelmässig jeden Tag bei Sonnenaufgang abgesucht und jedes frische Gelege, durch die Spuren des Mutterthieres sofort kenntlich, leicht aufgefunden. Ein Krokodil wurde vor Tagesanbruch beim Anlegen der Grube betroffen, an einer Stelle, wo sich vorher keine Grube befand. Die betreffenden Leute warteten geduldig, bis sich das Thier entfernte, und richtig fanden sich darin sämmtliche Eier in zwei Abtheilungen, während das Mutterthier, welches auf seinem Rückwege zum Wasser getödtet wurde, die Eileiter leer erwies.

Um die Frage zu entscheiden, ob im Freien die jungen Krokodile ohne Hülfe des Mutterthieres die über ihnen befindliche Sandschicht durchbrechen könnten, hatte ich zwei Nester mit je einem Zaun umgeben lassen. Die Eier der einen Grube hatten sich wenig entwickelt und waren dann abgestorben. Bei der zweiten war das Mutterthier mehrmals zum Nest zurückgekehrt und hatte auch den Zaun zerstört, der dann durch einen stärkern ersetzt wurde. Eines Tages waren die jungen Thiere sämmtlich ausgeschlüpft, jedoch wies das Nest einen wesentlich andern Befund auf als im Normalzustande. Während sonst nach dem Ausschlüpfen der Jungen der Sand herausgescharrt war und in der Grube und ausserhalb derselben die zerbrochenen Eischalen umher lagen, zeigte sich hier die Grube mit Sand gefüllt und die Oberfläche derselben erweckte den Anschein, als seien Blasen emporgestiegen: am Grunde des Nestes fanden sich sämmtliche leere Eischalen des Geleges und ein todtes Thier. Das Mutterthier hatte unter dem Zaun eine tiefe Rinne ausgegraben, ohne jedoch bis zu dem Nest gelangen zu können, wahrscheinlich aber die Jungen in Empfang genommen und zum Wasser geleitet.

Dass die Jungen ohne Hülfe des Mutterthieres haben ausschlüpfen können, erkläre ich mir dadurch, dass von mir und meinen Dienern und wie ich später hörte auch von den Eingeborenen, denen die Aufsicht anvertraut gewesen, die Grube mehrfach aufgegraben worden war, um zu sehen, wie weit die Entwickelung vorgeschritten sei, und der Sand dadurch ein lockeres, keineswegs den natürlichen Verhältnissen entsprechendes, Gefüge erhielt und dem Ausschlüpfen der jungen Thiere nur geringen Widerstand entgegensetzte. In diesem Jahre gedenke ich eine Reihe von Nestern zu isoliren und unberührt bis zur Zeit des Ausschlüpfens zu lassen.

Auffällig war mir der gänzliche Mangel an Parasiten am Zahnfleisch der gefangenen Thiere, was um so mehr zu verwundern ist, weil jene kleinen Reisseen, die die Krokodile bewohnen, Hirudineen u. s. w. in Menge enthalten. Die Eingeborenen behaupten, die Krokodile ässen jedes Jahr einen Stein und könne man dann aus der Anzahl der Steine im Magen das Alter des betreffenden Thieres ersehen. Ein 13 Fuss langes Krokodil enthielt im Magen deren 25 Stück, für gewöhnlich schwankt die Anzahl zwischen 4–8 von mittlerer Grösse (2–3^{cm} Seitenlänge) und mehreren kleinen, die wahrscheinlich zum Zerkleinern der Nahrung dienen.

Meiner Schätzung nach werden die Thiere nicht vor dem 10. Jahre geschlechtsreif. Die Begattung soll nach der Aussage der Eingeborenen auf dem Lande stattfinden, und zwar in der Weise, dass das Männchen sich über das Weibchen etwa unter einem Winkel von 45° legt und seinen Schwanz unter den des Weibchens krümmt: der Penis ist bei dieser Lage durch seine Starrheit und Länge (etwa 20^{cm} bei mittelgrossen Exemplaren) ganz gut geeignet, eine ausgiebige Befruchtung zu ermöglichen.

Sind die Krokodile gefesselt und reizt man sie dann, so geben sie ein dumpfes Knurren von sich, welches in der höchsten Wuth in ein Gebrüll, wie das eines Rindes übergeht.

Seit langer Zeit wurde mir von den Eingeborenen auf das Bestimmteste versichert, die Krokodile besässen zwei Paar Augen, und zwar befände sich das zweite Paar an der Unterseite des Kopfes, so dass das Thier also gleichzeitig nach oben und nach unten sehen könnte. Als mir nun vor einiger Zeit ein Krokodil gebracht wurde, während jene Eingeborenen in der Nähe waren, forderte ich sie natürlich auf, mir doch einmal jenes zweite Paar Augen zu zeigen, und richtig wurde mir ein Gebilde vorgeführt, welches allerdings für einen Unerfahrenen etwas augenähnliches an sich hat. Das betreffende Organ liegt jederseits am innern hintern Rande des Unterkiefers, es ist ohne besonderes Suchen darnach absolut nicht aufzu-

finden, und wird erst sichtbar, wenn man die Haut an der betreffenden Stelle ausbreitet und straff zieht. Man bemerkt dann einen langgestreckten Schlitz von 4^{mm} Länge, aus dem sich bei leisem seitlich und aufwärts gerichteten Druck ein schwärzlich pigmentirtes kugelförmiges hartes Gebilde von 5^{mm} Höhe herausstülpt. Dasselbe ist schief abgestutzt und trägt an seiner Spitze ein kreisförmiges weisses Gebilde mit schwarzem Centrum. Es ist, wie sich später herausstellte, ein Moschus absonderndes Organ und stellt jener schwarze Punkt in der Mitte den Ausführungsgang dar, jedoch scheint es nur während der Brunstzeit zu functioniren, da es mir nur dann gelang, durch starken Druck eine moschusartige Absonderung hervorzupressen. Ob diess Organ willkürlich hervorgestülpt werden kann, ist uns bis jetzt nicht möglich anzugeben, jedoch halte ich es für wahrscheinlich. Weiss man einmal seine Lage, so ist es sogar bei Embryonen von etwa $2-2^{1}/_{2}$ Monaten Alter mit Leichtigkeit aufzufinden und zeigt sich dort ohne Auseinanderfalten der Haut jederseits als länglicher Spalt.

Zum Schluss möchte ich noch bemerken, dass sogenannte doppelte Eier mit zwei wohlentwickelten Eidottern nicht gerade selten vorkommen; dieselben sind schon von aussen dadurch kenntlich, dass sie bei einer grösseren Länge (etwa $10-15^{cm}$) vollkommen cylindrisch geformt sind; ob sich dieselben weiter entwickeln, ist mir nicht bekannt. Ein derartiges doppeltes Ei war dadurch besonders bemerkenswerth, dass sich die Schale in einer ringförmigen Zone, deren Ränder wie die Zähne eines Rades in einander griffen, aus einander nehmen liess ohne zu zerbrechen.

Um die frühesten Stadien der Entwickelung und die Übergänge zwischen den von mir gefundenen Stadien zu erlangen, gedenke ich in diesem Jahre frühzeitig eine Anzahl Krokodile fangen und lebend nach der Stadt bringen zu lassen. Durch Anlage einer Bauchfistel hoffe ich bei dem zähen Leben der Krokodile dann in der Lage zu sein, die Eier je nach Bedarf dem Eileiter des lebenden Thieres zu entnehmen, eine ununterbrochene Serie der ersten Stadien zu erlangen und die Untersuchung zum Abschluss bringen zu können.

Über Lebensweise und Entwickelungsgeschichte der Ostracoden.

Von G. W. Müller
in Greifswald.

(Vorgelegt von Hrn. Schulze.)

Die Königliche Akademie der Wissenschaften hatte mich durch Gewährung einer Unterstützung in den Stand gesetzt, den letzten Winter in Neapel zuzubringen, dort meine bei Gelegenheit wiederholter früherer Reisen begonnenen Untersuchungen an Ostracoden weiter zu führen und zu einem gewissen Abschlusse zu bringen. Die Königliche Akademie hat mich dadurch zu grossem Danke verpflichtet.

Was mich zur Bitte um eine Unterstützung veranlasste, war der Wunsch, durch Beobachtungen am lebenden Thier Aufschluss zu erhalten über die Lebensweise der marinen Ostracoden, speciell über den Gebrauch, den dieselben von manchen Gliedmaassen machen, sowie weiter die Entwickelungsgeschichte kennen zu lernen, zwei Aufgaben, welche Aussicht auf Lösung nur an Ort und Stelle, bei Zuhülfenahme von lebendem Material boten. Ausserdem sollten eine Reihe von Lücken in der anatomischen Untersuchung der Ostracoden ausgefüllt werden. Die in letzter Beziehung erlangten Resultate werden eine Darstellung finden in dem den Ostracoden gewidmeten Band der Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Über die bezüglich der Lebensweise und Entwickelungsgeschichte erlangten Resultate lasse ich einen kurzen Bericht hier folgen.

Lebensweise der Ostracoden.

Art der Bewegung. Aufenthalt.

Mit Rücksicht auf die Art der Bewegung und den dadurch bedingten Aufenthalt mag man die Ostracoden eintheilen in pelagische und solche, welche am Grund leben.

Als Formen mit ausschliesslich pelagischer Lebensweise haben bisher die Vertreter der Familie der Halocypriden gegolten, doch zweifle ich daran, dass dieselben stets frei schwimmen, glaube vielmehr, dass sich die Thiere längere Zeit am Grund aufhalten, dann zu weiten Excursionen aufsteigen und nach geraumer Zeit wieder niedersinken. Die Gründe, die mich zu dieser Ansicht führen, sind kurz folgende: Die Thiere besitzen in Folge der Verkalkung der Schale ein hohes specifisches Gewicht, sicher ein höheres als die grosse Mehrzahl der pelagischen Thiere. Ihr Körper weist keinerlei flügelartige Verbreiterungen oder flächenartig ausgebreitete Anhänge auf, (wie wir sie z. B. bei pelagischen Copepoden finden), welche durch den Widerstand, den sie dem Wasser bieten, das Thier frei schwebend erhalten. Die Halocypriden müssen in Folge dessen, sobald die Bewegung aufhört, zu Boden sinken. Eine ganz ununterbrochene, zudem ziemlich energische Bewegung ohne jede Ruhepause halte ich aber für wenig wahrscheinlich.

Schliesslich weist der Bau von einem Theil der Gliedmaassen (Mandibulartaster, Maxillarfuss, erstes Fusspaar, dazu die Furca) entschieden darauf hin, dass sich das Thier gelegentlich am Grund aufhält.

Die genannten Gründe liessen es mir dringend erwünscht erscheinen, die Art der Bewegung der Halocypriden am lebenden Thier zu beobachten. Leider waren die Thiere im letzten Winter ganz ausserordentlich selten, so dass ich mich auf einige wenige Beobachtungen an *Conchoecia spinirostris* beschränken musste.

Diese Thiere zeigen in der Gefangenschaft, dass sie in der That nach einiger Zeit ermüden, zu Boden sinken und dort geraume Zeit verweilen. Wir sehen, wie sie dicht über dem Boden des Gefässes und dicht an den Wänden hinschwimmen, hier und da den Versuch machen, sich anzuklammern, um sich nach einigen vergeblichen Versuchen (wohl Mangels eines geeigneten Objectes) zu Boden sinken zu lassen. Man wende nicht ein, dass es sich hier um Thiere gehandelt hat, die dem Absterben nahe sind: ich habe die Thiere nach der Beobachtung noch Tage lang in der Gefangenschaft am Leben erhalten.

So gewagt es ist, aus Beobachtungen im Glase Schlüsse auf das Leben im offenen Meere zu ziehen, so kann man sich bei ähnlichen Beobachtungen, besonders wenn man die Thiere suchend oder tastend dicht über den Grund schwimmen sieht, nicht der Überzeugung verschliessen, dass die Thiere sich zeitweise am Grunde des Meeres aufhalten.

Versuche, zu beobachten, wie die Thiere ihre Gliedmaassen am Grunde verwerthen, schlugen stets fehl.

Weiter sind als pelagische Ostracoden angesprochen worden die Cypridiniden.

Abgesehen von der Gattung *Pyrocypris*, welche nach meiner Ansicht ein vorwiegend, aber keineswegs ein ausschliesslich pelagisches Leben führt, sind alle bisher beschriebenen Cypridiniden Bewohner des Grundes. Die Mehrzahl der Arten vermag frei zu schwimmen und steigt gelegentlich an die Oberfläche empor; dass es sich aber dabei eben nur um gelegentliches Aufsteigen, nicht um eine vorwiegend oder gar ausschliesslich pelagische Lebensweise handelt, das lehrt zur Genüge der hohe Kalkgehalt der Schale, das hohe specifische Gewicht der Thiere; lässt sich des Weiteren begründen durch eine Reihe von Erfahrungen, die ich hier bei Seite lasse.

So wenig die Thiere befähigt sind, anhaltend frei zu schwimmen, eine sogenannte pelagische Lebensweise zu führen, so wenig vermögen sie in ähnlicher Weise wie die Cypriden und Cytheriden auf dem Meeresgrund umherzukriechen; ihre Gliedmaassen sind dazu durchaus ungeeignet. Dagegen graben sie sich mehr oder weniger gewandt in den Sand ein, leben dort anscheinend Tage und Wochen lang verborgen, ohne einmal ihr Versteck zu verlassen. Das bequemste Object für die betreffenden Beobachtungen liefert die Gattung *Cylindroleberis* (*Asterope*). Bringen wir ein Individuum von *Cylindroleberis oblonga* oder *elliptica* in ein Schälchen, dessen Boden etwa 5^{mm} hoch mit ziemlich feinem Sand bedeckt ist (alle folgenden Beobachtungen über Eingraben wurden unter ähnlichen Bedingungen angestellt), so bietet sich uns bequeme Gelegenheit, das Thier beim Eingraben zu beobachten. Wir sehen, wie dasselbe sich mit Hülfe des Mandibulartasters in den Sand hineinzieht, während die erste Antenne die Sandkörner nach hinten und oben schiebt. Sobald der Körper tief genug in den Sand eingedrungen ist, die Furca Widerstand findet, betheiligt sie sich sehr energisch als Nachschieber. Das Eingraben erfolgt sehr rasch und sicher; im Augenblick ist das Thier unseren Augen entschwunden.

Ausser den genannten drei Anhängen (erste Antenne, Mandibulartaster, Furca) betheiligt sich keine der Gliedmaassen beim Eingraben: vor allem bleibt die zweite Antenne ganz unbetheiligt, meist in der Schale verborgen. Es ist das bemerkenswerth mit Rücksicht auf andere Cypridiniden, bei denen die zweite Antenne eine grosse Rolle spielt. Ihre Mitwirkung dürfte hier entbehrlich werden durch die Anpassung, welche die erste Antenne erfahren hat. Dieselbe stellt mit ihrer starken nach oben gekrümmten Klaue des letzten Gliedes, mit den steifen, gefiederten Borsten am Dorsalrand früherer Glieder einen förmlichen Grabfuss dar. Auch sehen wir auf dem Objectträger die erste Antenne

in beständiger langsamer aber sehr kräftiger nach oben schiebender Bewegung, als wollte sich das Thier eingraben.

So bei den Weibchen. Die Männchen in der Gattung *Cylindroleberis* (*Asterope*) scheinen sich niemals einzugraben, wenigstens haben es die beiden zur Beobachtung gekommenen Männchen niemals gethan. Auch würden die langen Borsten am Ende der ersten Antenne diese Gliedmaasse von der Mitwirkung vollständig ausschliessen.

Einigermaassen abweichend erfolgt das Eingraben der *Philomedes*. Die erste Antenne ist hier keineswegs so speciell dieser Bewegung angepasst, sie trägt am letzten Glied ein Büschel von längeren schlanken Borsten. (Die drei langen Borsten der Männchen bleiben beim Eingraben zurückgeschlagen in der Schale verborgen.) Trotzdem spielt sie beim Eingraben eine ähnliche Rolle wie bei *Cylindroleberis*, doch ist ihre Thätigkeit weniger erfolgreich, einmal wegen der geringeren Widerstandsfähigkeit der Borsten, dann aber wird ihre Bewegung gehemmt durch die Schale, welche nicht so weit nach oben geöffnet ist, wie bei *Cylindroleberis*. An Stelle der sehr ausgiebigen Bewegung nach oben bei *Cylindroleberis* tritt hier ein starkes Biegen nach auswärts ein, verbunden mit einem geringeren Heben. Auch so wirkt die erste Antenne als Grabfuss. Was ihr an Wirksamkeit beim Eingraben, mit *Cylindroleberis* verglichen, abgeht, wird ersetzt durch die Hülfe der zweiten Antenne, welche sich hier ziemlich stark an diesem Geschäfte betheiligt. Die Bewegung, welche die zweite Antenne beim Eingraben ausführt, besteht in einer Drehung der an der Seite der Schale zurückgeschlagenen Geissel. Zunächst bildet die Geissel einen nach oben offenen Bogen, liegt der Schale dicht an; in Folge der Drehung bildet sie dann einen nach innen offenen Bogen, der in einer zur Schalenoberfläche annähernd senkrechten Ebene liegt. In dieser Lage wird sie dann noch etwas gehoben. Auf die Anpassungen an das Eingraben in dem Bau der zweiten Antenne komme ich weiter unten zurück.

Bei *Philomedes Folinii* (nur junge Thiere wurden beobachtet) betheiligt sich die erste Antenne überhaupt nicht, oder fast gar nicht beim Eingraben.

In der Gattung *Pseudophilomedes* (einer neuen Gattung der Cypridiniden, die *Philomedes* nahe steht, sich von ihr aber unterscheidet durch den Bau der zweiten Antenne, welche auch beim geschlechtsreifen Thier nur kurze, ungefiederte Borsten trägt, ferner durch den Bau der ersten und zweiten Maxille) erfolgt das Eingraben ähnlich wie bei der Mehrzahl der Arten von *Philomedes*, es betheiligen sich ausser Mandibel und Furca erste und zweite Antenne.

In der Gattung *Sarsiella* graben sich nur die Weibchen ein. Verschiedene Männchen, die ich in ein Schälchen mit Sand brachte,

machten keinerlei Anstalten, sich einzugraben. Das Eingraben der Weibchen dürfte in ähnlicher Weise erfolgen, wie bei der Gattung *Philomedes*. Wiederholte Versuche, die Thiere beim Eingraben zu beobachten, schlugen fehl. Brachte ich die Thiere in ein Schälchen mit Sand, so blieben sie geraume Zeit liegen. Stellte ich das Schälchen bei Seite, so fand ich sie stets nach einiger Zeit eingegraben. Niemals gelang es mir, das Eingraben direct zu beobachten.

In den drei zuletzt genannten Gattungen weist die zweite Antenne eine Bildung auf, die ich in enge Beziehung zum Eingraben bringen möchte. Ein Theil der Fiedern der Schwimmborsten ist in kleine Dörnchen umgewandelt. Diese Dörnchen finden sich stets an der beim Eingraben nach aussen gewandten Seite der Schwimmborsten, fehlen an der Innenseite und finden sich stets vorwiegend oder ausschliesslich an den Schwimmborsten der proximalen Glieder, hier nur in der proximalen Hälfte (also allein an denjenigen Theilen, welche beim Eingraben berufen sind, den Sand bei Seite zu schieben). Nicht weniger wie ihre Anordnung an den Schwimmborsten spricht für eine Beziehung ihres Vorkommens zur Gewohnheit, sich einzugraben, die Thatsache, dass sie in der Gattung *Sarsiella* den Männchen, welche sich nicht eingraben, ganz fehlen (*levis*), oder dass die Männchen viel spärlicher damit ausgestattet sind (*capsula*); doch liesse sich diese Thatsache auch lediglich aus der grösseren Beweglichkeit der Männchen erklären. Wenigstens finden wir in der Gattung *Philomedes* beim Weibchen eine viel grössere Zahl von Schwimmborsten, welche ausschliesslich Dörnchen tragen, als beim Männchen, obwohl sich das Männchen auch eingräbt. Hier dürfte also die geringere Zahl der Dörnchen beim Männchen vielmehr auf eine erhöhte Beweglichkeit desselben zurückzuführen sein.

Bei den beiden lebend beobachteten Arten von *Cylindroleberis (Asterope) oblonga* und *elliptica* fehlen sie: und das stimmt gut mit der Thatsache, dass sich hier die zweite Antenne in keiner Weise beim Eingraben betheiligt. Bei anderen Arten der Gattung (z. B. *Lobianci* n. sp.) finden sie sich. Es wäre interessant, zu erfahren, ob sich hier die zweite Antenne bei Eingraben betheiligt.

Zu erwähnen bleibt noch die Gattung *Cypridina*. Die zwei Thiere, die ich zu beobachten Gelegenheit hatte, bewegten sich lebhafter und anhaltender frei schwimmend, als die Vertreter der anderen Gattungen. Zur Ruhe gekommen, blieben sie geraume Zeit (mehrere Stunden) auf dem Sande liegen, ohne einen Versuch zu machen, sich einzugraben. Doch grub sich schliesslich das eine Thier, ein geschlechtsreifes Weibchen, ein. Das Eingraben erfolgte sehr hastig, so dass es nicht möglich war, die Rolle, welche die einzelnen Gliedmaassen

dabei spielten, genau festzustellen. Die Hauptrolle spielen die erste Antenne und die Mandibel. Stets grub sich das Thier nur sehr oberflächlich ein, so dass es kaum vollständig mit Sand bedeckt war.

Im engen Zusammenhang mit der Gewohnheit, sich einzugraben, steht eine andere, diejenige, die umgebenden Sandkörnchen zu verkleben, und zwar durch das Secret einzelliger Drüsen der Schale, sich so eine förmliche Wohnung zu bauen. Am ausgesprochensten findet sich diese Gewohnheit in der Gattung *Cylindroleberis*. In den Schälchen, in denen ich ziemlich zahlreiche Individuen dieser Gattung in Gefangenschaft hielt, sah man nur ganz ausnahmsweise ein Thier frei umherschwimmen oder frei liegen. Niemand würde in diesen Schälchen auch nach genauerem Zusehen eine Anzahl ganz stattlicher Ostracoden vermuthet haben. Dagegen sah man die Diatomaceen und anderen Algen, die ich zur Nahrung gegeben hatte, in grossen Klumpen zusammengeballt, und in diesen Klumpen waren die Thiere verborgen. Es bedurfte oft eines ziemlich energischen Aufstörens, um sie aus ihrem Versteck zu vertreiben. Ein ähnliches Verkleben findet auch bei den Gattungen *Philomedes* und *Sarsiella* statt, nur in viel geringerem Umfang.

Wenden wir uns zur Schwimmbewegung, so ist sie bei *Cylindroleberis* ein mässig rasches gleichmässiges Fortschreiten im Wasser: die einzelnen Stösse folgen sich so rasch, dass, wie gesagt, die Bewegung eine gleichmässige wird. Bei *Sarsiella lewis* unterscheiden wir beim Schwimmen leicht die einzelnen Ruderschläge: die Bewegung gleicht der einer Daphnia, doch folgen sich die Stösse rascher und sind heftiger als bei der Mehrzahl der Daphniden. Ähnlich sind die Bewegungen bei den Weibchen von *Philomedes interpuncta*, doch können sich auch die Schläge der Ruderantennen so rasch folgen, dass die Bewegung eine gleichmässige wird. Die Schwimmbewegung des einzigen Männchens dieser Gattung, das ich zu beobachten Gelegenheit hatte, waren der des Weibchens ähnlich. Die Schwimmbewegung wird ausschliesslich von der zweiten Antenne besorgt.

Es liegt nahe, an eine Mitwirkung der ersten Antenne beim Schwimmen zu glauben, doch habe ich mich wenigstens bei zwei Formen, für welche die Annahme noch besonders berechtigt erscheinen mag, überzeugen können, dass die genannte Gliedmaasse keinerlei Antheil an der Schwimmbewegung nimmt. Bei den Männchen von *Philomedes* trägt bekanntlich die erste Antenne zwei sehr lange, steife, spärlich verzweigte Borsten. Diese Borsten können durch ein besonderes Gelenk an der Basis zurückgebogen werden, und werden fast stets in dieser Lage im Schalenraum verborgen gehalten. Ich konnte nur bei wiederholten Beobachtungen feststellen.

dass diese Borsten auch während des Schwimmens in der Schale verborgen bleiben. Dass damit nicht nur eine Betheiligung der fraglichen Borsten, sondern überhaupt der ganzen ersten Antenne ausgeschlossen ist, erscheint mir unzweifelhaft. Ähnlich liegen die Verhältnisse für die Männchen von *Cylindroleberis* (*Asterope*). Auch hier trägt die Antenne an ihrer Spitze zwei sehr lange Borsten. Dieselben werden ebenfalls zurückgebogen, können aber nicht in der Schale verborgen werden. Man sieht dieselben während der Schwimmbewegung zu beiden Seiten der Schale flottiren, lediglich passiv durch die Wasserströmung bewegt. Gelegentlich werden dieselben beim Kriechen vorgestreckt und tasten den Grund ab; darin möchte auch die Function dieser langen Borsten zu suchen sein; sie dienen demnach als Taster.

Wirkt schon bei diesen beiden, durch besondere Beweglichkeit ausgezeichneten Formen die erste Antenne beim Schwimmen nicht mit, so wird man erst recht nicht an eine Betheiligung bei den weniger gewandten Schwimmern glauben.

Ich will die Cypridiniden nicht verlassen, ohne noch zwei Beobachtungen zu erwähnen, welche geeignet erscheinen, einiges Licht auf die Function einiger jener sonderbaren, nach Morphologie und Function gleich schwer zu deutenden Gliedmaassen zu werfen.

Die merkwürdig gestaltete Maxille von *Cylindroleberis* dient nach Claus (Grundlage des Crustaceensystems) als Strudel und Schwimmorgan. Schon mit Rücksicht auf den Bau halte ich diese Deutung für eine wenig glückliche. Am lebenden Thier wird man die erste Maxille niemals in der für Strudelorgane charakteristischen, fast ununterbrochenen Bewegung sehen, sie wird nur wenig bewegt. Dagegen sieht man den langen, nach vorn gerichteten Fortsatz der zweiten Maxille beständig mit seinem borstentragenden Rand wie kämmend oder bürstend über die dichte Reihe langer paralleler Borsten der ersten Maxille fahren. Ich vermuthe, dass sich in der kammartigen Borstenreihe der Maxille kleine im Athemwasser suspendirte Theilchen fangen, und dass dieselben durch die bürstende Bewegung der zweiten Maxille dem Munde zugeführt werden, wobei der verbreiterte vordere Rand des hier sehr weit nach vorn verlängerten sechsten Gliedmaassenpaares (sogenannte dritte Maxille) eine bedeutende Rolle spielen dürfte.

Das sechste Gliedmaassenpaar ist ziemlich allgemein in Beziehung zur Nahrungsaufnahme gebracht und als dritte Maxille bezeichnet worden. (Das betreffende Gliedmaassenpaar stellt bekanntlich zwei dicht neben der Mittellinie entspringende senkrechte borstenrandige Lamellen dar, welche zwischen sich nur einen schmalen Raum lassen.) Eine Beziehung zur Nahrungsaufnahme halte ich nur in der Gattung

Cylindroleberis für erwiesen. Hier vertritt der vordere Rand der vollständig ungegliederten, unbeweglichen Gliedmaasse die Unterlippe.

In den Gattungen *Philomedes, Sarsiella, Pseudophilomedes* halte ich eine directe Betheiligung an der Nahrungsaufnahme für vollständig ausgeschlossen, in der Gattung *Cypridina* mögen die Borsten des vorderen Randes eine Rolle spielen, doch glaube ich auch hier nicht an eine starke Betheiligung, schon mit Rücksicht auf die schwache Musculatur (in den anderen Gattungen fehlt jede Musculatur).

Von einer Betheiligung an der Locomotion kann bei dem Gliedmaassenpaar erst recht keine Rede sein. Welche Function hat es dann aber?

Beobachten wir eine lebende *Cylindroleberis, Cypridina* oder *Philomedes*, so sehen wir, wie die Furca, so oft sie bauchwärts eingeschlagen wird, und das geschieht sehr oft, sich zwischen die beiden Gliedmaassen schiebt, und wie dabei die gefiederten nach innen gewandten Borsten des Ventralrandes sich der Furca dicht anlegen, sie förmlich abbürsten. Ich sehe in dem sechsten Gliedmaassenpaare der Cypridiniden in erster Linie eine Bürste für die Furca, bestimmt, dieselbe zu reinigen. So wenig geeignet für andere Zwecke dies Gliedmaassenpaar erscheint, so geeignet ist es für diesen. Besonders erscheint die Richtung der ventralen Borsten nach innen, in den schmalen Raum zwischen beiden Beinpaaren durch diese Function erklärt. Man mag in der genannten Function eine genügende Erklärung für die Gestalt der Gliedmaasse finden, auffällig bleibt die Thatsache, dass wir ein umfangreiches Gliedmaassenpaar für die Reinigung der Furca bestimmt sehen. Von der geringen Zahl der Gliedmaassen einer Cypridinide (7) dienen zwei ausschliesslich oder fast ausschliesslich der Reinigung, dann kommt eine dritte (die Mandibel), welche sich ebenfalls stark an der Körperreinigung betheiligen dürfte. Sollte die vorwiegend unterirdische Lebensweise eine so reiche Entfaltung der Reinigungsapparate im Gefolge haben? Bei den zum Theil ebenfalls vorwiegend unterirdisch lebenden Cytheriden vermissen wir besondere Bürsten ganz.

Ich will noch die Thatsache erwähnen, dass man bei den Männchen von *Sarsiella*, bei denen der eigentliche Putzfuss (7. Gliedmaassenpaar) rudimentär und infolge dessen unfähig ist, den in der sogenannten 3. Maxille aufgespeicherten Schmutz zu entfernen, letzteres Gliedmaassenpaar gewöhnlich derart verschmutzt gefunden wird, dass man nur einen Klumpen Schmutz sieht.

Die Polycopiden liegen, soweit meine Beobachtungen reichen, meist still auf dem Grunde, ohne sich dort einzugraben, wozu auch ihre Gliedmaassen ungeeignet erscheinen. Gelegentlich erheben sie sich in kurzen Sprüngen, ohne sich je weit vom Grunde zu entfernen.

Ihre Bewegung erinnert an die mancher Vertreter der Gattung *Lynceus*. An der Schwimmbewegung betheiligen sich erste und zweite Antenne. Ich brauche wohl kaum zu sagen, dass es bei den durchweg sehr kleinen Thieren kaum möglich erscheint, genaue Beobachtungen anzustellen.

Die marinen Cypriden halten sich durchweg am Grund des Meeres auf. Auch diejenigen, welche befähigt sind frei zu schwimmen, entfernen sich nie weit vom Grund. Sie scheinen durchweg von der genannten Fähigkeit nur selten Gebrauch zu machen, man sieht sie ziemlich selten schwimmen, meist kriechen sie. Niemals vergraben sie sich im Sande, sondern kriechen stets auf der Oberfläche umher.

Die Schwimmbewegung kommt in gleicher Weise zu Stande, wie sie für die Cypriden des süssen Wassers des Öfteren festgestellt ist, indem die obere Antenne nach oben, die untere nach unten schlägt. Auch während des Kriechens und auch bei den Formen, welche unbefähigt sind zu schwimmen (*Macrocypris*, Weibchen von *Argilloecia* u. a.), führt die erste Antenne stets die gleiche Bewegung aus und befördert dadurch das Kriechen. Eine andere Bewegung habe ich die erste Antenne unter normalen Verhältnissen niemals ausführen sehen (natürlich abgesehen vom Zurückziehen in die Schale); vor allem habe ich niemals gesehen, dass die Thiere damit den Grund abtasten. Im Übrigen spielt die Hauptrolle für das Kriechen die zweite Antenne, welche den Körper nach vorn zieht. Sie wird bisweilen unterstützt von der Furca, die indessen nur mitzuwirken scheint, wenn es gilt, das Thier aus einer Zwangslage zu befreien. Das sechste Gliedmaassenpaar dient fast ausschliesslich zum Anklammern, nicht (oder nur ausnahmsweise) zum Fortschieben des Körpers, ähnlich wohl der Maxillarfuss.

Die Cytheriden, mit denen ich bei der folgenden Besprechung die ihnen sehr nahe verwandten Bairdien vereinige, sind durchweg unfähig zu schwimmen und natürlich sämmtlich auf den Meeresgrund angewiesen. Wir finden hier die vollkommenste Anpassung an die kriechende Bewegung; die drei letzten Gliedmaassenpaare dienen fast ausschliesslich der Locomotion, indessen, soweit meine Beobachtungen reichen, auch viel mehr zum Anklammern als zum Vorwärtsschieben. Das Fortschreiten wird wieder fast ausschliesslich durch die zweite Antenne bewirkt. Eine besondere Rolle spielt die zweite Antenne noch durch die Spinndrüse (Giftdrüse Zenker), welche an der Spitze einer langen Geissel (rückgebildeter Aussenast) mündet. Die Fäden, welche diese Drüse liefert, überziehen den Weg der Cytheriden und liefern den Beinen einen Halt.

In sehr verschiedener Weise betheiligt sich die erste Antenne an der Bewegung. Es ist von einigem Interesse, die Thätigkeit dieser

Gliedmaasse bei verschiedenen Arten zu beobachten, da diese Beobachtungen uns den Schlüssel für ihre verschiedene Gestalt liefern.

Bei *Bairdia* sehen wir die erste Antenne in beständig nach vorn und unten tastender Bewegung: der Weg, den das Thier einschlägt, wird damit untersucht. Bisweilen sind die Bewegungen mehr nach oben gerichtet und erinnern in etwas an die der Cypriden; mehr noch thut es häufig die Haltung in der Ruhe. Zum Beseitigen von Hindernissen scheint sie nie benutzt zu werden.

Pseudocythere, einer der nächsten Verwandten von *Bairdia* aus der Familie der Cytheriden, benutzt die erste Antenne ebenfalls nur zum Tasten.

Ein Gleiches erwartete ich bei *Sclerotilus* zu sehen, doch hielt ein Thier, das ich längere Zeit beim Kriechen beobachtete, die erste Antenne beständig in der Schale verborgen.

Paradoxostoma benutzt die erste Antenne ebenfalls nur zum Tasten, ähnlich *Loxoconcha* und *Cytherura*, doch dürften manche Vertreter dieser Gattungen bereits einen anderen Gebrauch von der Antenne machen, den ich gleich erwähne.

In den Gattungen *Eucytherura* (n. gen.) und *Hestoleberis* dient die erste Antenne vorwiegend zum Tasten, mit dem sich ein Greifen nach vorn verbinden kann; sie wird auch bisweilen zum Beseitigen von Hindernissen benutzt, die nach aussen und oben geschoben werden.

Letztere Function tritt mehr in den Vordergrund bei *Paracytheridea* n. gen., doch überwiegt hier noch immer das Tasten. Vertreter der Gattung *Cythere* (ich begrenze die Gattung in gleicher Weise wie Sars, trenne also von ihr die Gattung *Cythereis*) benutzen die Antenne vorwiegend zum Beseitigen von Hindernissen. Kriechen die Thiere über feinen Sand, so sind sie nicht im Stande, über denselben hinwegzuwandern wie *Cytherura*, *Loxoconcha* u. s. w.; sie schieben sich beständig zwischen den Sandkörnern unter und brauchen dabei immer die Hülfe der ersten Antenne. Wandern sie über festen Grund, so tasten sie mit der ersten Antenne den Weg ab.

In der Gattung *Cythereis* schliessen sich manche Formen (*convexa*, *laticarina*) in dem Gebrauch der ersten Antenne der Gattung *Cythere* eng an, anderen Arten (*antiquata*, *Jonesii*) scheinen sie ausschliesslich, oder fast ausschliesslich als Graborgan zu dienen. Bringen wir Vertreter der letztgenannten Arten auf feinen Sand, so graben sich die Thiere sofort ein, wobei die erste Antenne eine sehr wesentliche Rolle spielt; diese Arten scheinen vorwiegend im Sand vergraben zu leben. Andre Arten (*convexa*) wandern leidlich geschickt über den Sand, sehen sich indessen gezwungen, mit der ersten Antenne beständig Sandkörnchen zu beseitigen. Bei manchen Arten der Gattung hat

die nach oben schiebende Bewegung, wie sie beim Eingraben vollführt wird, so vollständig die nach unten tastende verdrängt, dass die Thiere auf dem Objectträger in einem Tropfen Wasser nur noch ausschliesslich erstere Bewegung ausführen.

Sehen wir uns die einzelnen Formen an, inwieweit die verschiedene Verwerthung mit einem verschiedenen Bau der Thiere zusammenhängt, so könnte man mit einigem Recht sagen, dass diejenigen, welche ihre erste Antenne vorwiegend zum Tasten benutzen, die leichteren, dünnschaligeren sind; diejenigen aber, welche die Antenne vorwiegend zum Beseitigen von Hindernissen benutzen, sind die schwerfälligeren. Innerhalb gewisser Grenzen mag der Satz, dessen Werth für die Erklärung ja ohne weiteres einleuchtet, gelten; doch erleidet er ziemlich zahlreiche Ausnahmen. Deutlicher ist eine andre Beziehung zwischen Form und Bewegung. Bei den ausschliesslich tastenden Formen ist die Antenne ziemlich schlank, mit sehr langen schlanken Borsten (*Bairdia*, *Pseudocythere*), oder mit kurzen Borsten (*Paradoxostoma*) bewaffnet; stets aber sind alle Borsten einander ähnlich gestaltet (abgesehen von der Riechborste des letzten Gliedes). Sobald die erste Antenne gleichzeitig als Bewegungsorgan dient, wird sie gedrungen, vor allem aber werden einzelne Borsten kräftiger, werden zu förmlichen Klauen und erhalten gleichzeitig eine Biegung nach oben; während andre schlank und biegsam bleiben und die Function als Tastorgane bewahren, die ja auch noch eine Bedeutung hat für die grabenden Thiere.

Der Gegensatz ist natürlich am auffälligsten, wenn wir ausschliesslich tastende Formen, also etwa eine *Bairdia* mit einer ausschliesslich grabenden (einer *Cythereis*) vergleichen. Andere Gattungen (*Eucytherura*) stellen Übergangsformen vor; doch können wir auch innerhalb derselben Gattung Formen treffen, welche eine Anpassung an die eine oder andere Function darstellen, in welchem Fall wir freilich keine so auffallenden Unterschiede erwarten dürfen, wie zwischen *Bairdia* und *Cythereis*.

Fortpflanzung der Ostracoden.

Eine der Aufgaben, die ich während meines letzten Aufenthalts in Neapel zu lösen hoffte, war der Nachweis einer parthenogenetischen Fortpflanzung bei manchen Cytheriden. Leider ist mir dieser Nachweis nicht gelungen; die betreffenden Arten, wie überhaupt die Mehrzahl der Cytheriden, lassen sich ohne Schwierigkeit wochen- und monatelang in der Gefangenschaft halten, legen aber niemals Eier

ab. Auch gehören die betreffenden Arten nicht zu denjenigen, welche ihre Eier im Brutraum tragen, was nur bei einem kleinen Theil der Cytheriden der Fall ist. So muss ich mich damit begnügen, hier diejenigen Thatsachen kurz zu erwähnen, welche mir die Annahme einer parthenogenetischen Fortpflanzung unabweisbar erscheinen lassen.

Bei *Cythereis convexa*, einer der gemeinsten Ostracoden des Golfes, finden wir gewöhnlich keine Männchen; wir finden ferner das Receptaculum seminis leer. Nur sehr selten findet man auch Männchen, und zwar waren sie in den zwei beobachteten Fällen nicht selten. In diesen Fällen gelang es ohne weiteres die Samenfäden im Receptaculum seminis nachzuweisen. Die Thatsache ist insofern von Bedeutung, als sie uns in der Ansicht bestärkt, dass bei den anderen Thieren die Samenfäden wirklich fehlen. Bei *Cythereis laticarina* (?), einer in der Region der Kalkalgen ziemlich häufigen Art, habe ich niemals Männchen, oder Samenfäden aufzufinden vermocht.

Die Thatsachen sprechen sehr deutlich für eine parthenogenetische Fortpflanzung, doch wäre ein directer Nachweis dringend erwünscht.

Ein günstigeres Object für die Beobachtung der Fortpflanzung liefern die Cypridiniden. Die Thiere produciren in der Gefangenschaft Eier und lassen dieselben im Brutraum zur Reife kommen. Leider hält es schwer, von der Mehrzahl der Gattungen ein reichliches Material zu erhalten, man kann nur mit wenigen Individuen experimentiren. Die wenigen Thatsachen, die ich habe feststellen können, will ich kurz erwähnen. Die Eier werden, wie schon verschiedenfach beobachtet, im Schalenraum umhergetragen; alle im Brutraum befindlichen Eier stehen auf der gleichen Entwickelungsstufe (im Gegensatz zu den Cytheriden, bei denen die Eier im Brutraum auf sehr verschiedener Entwickelungsstufe stehen).

Die Zahl der Eier schwankt zwischen zwei bis vier bei *Pseudophilomedes*, vier bis neun bei *Philomedes*, sechs bis vierzehn bei *Cylindroleberis;* die grösste Zahl, vierunddreissig, habe ich bei *Cypridina mediterranea* gefunden.

Auffällig langsam ist die Entwickelung der Eier; bei einem Individuum von *Cylindroleberis oblonga* bemerkte ich am 25. December 1892 junge Eier im Brutraum. Da ich die Thiere seit Wochen in der Gefangenschaft hielt, erst wenige Tage vorher durchgesehen hatte, so können wir nicht bedeutend irren, wenn wir den 25. als den Tag der Ablage betrachten. Die Eier schlüpften erst am 3. oder 4. Februar, also nach 40 Tagen aus, und die Jungen verliessen sofort nach dem Ausschlüpfen den Brutraum. Auch die weitere Entwickelung erfolgt ausserordentlich langsam; Junge von *Cypridina mediterranea* hatten sich 29 Tage, nachdem sie das Ei verlassen hatten, noch nicht

wieder gehäutet; bei einem Individuum von *Philomedes folinii* lagen zwischen vorletzter und letzter Häutung (bei der das Thier zu Grunde ging) nicht weniger als 60 Tage.

Auch zur Productinn von Eiern brauchen die Thiere anscheinend viel Zeit. Ein Weibchen von *Philomedes interpuncta*, das am 5. Januar die Jungen aus dem Brutraum entlassen hatte, hatte am 20. Januar ziemlich weit entwickelte, doch noch nicht zur Ablage reife Eier im Ovarium. *Cylindroleberis (Asterope) elliptica* hatte 43 Tage nach der Entleerung des Brutraumes (also etwa 80 Tage nach der vorhergegangenen Eiablage) noch keine Eier wieder im Brutraum, auch war das Ovarium noch nicht auffällig gefüllt. Mag man für die postembryonale Entwickelung und für die Production von Eiern eine wesentliche Verlangsamung durch die ungünstigen Existenzbedingungen in der Gefangenschaft annehmen (für die Entwickelung der Eier halte ich eine ähnliche Annahme für ausgeschlossen), so wird man doch zugestehen, dass die Entwickelung viel Zeit in Anspruch nehmen muss, zumal die Anzahl der Häutungen eine ziemlich grosse zu sein scheint, und dass auch nach erlangter Geschlechtsreife das Thier noch lange leben muss. Ein Jahr erscheint für die Lebensdauer einer *Cylindroleberis* als eine geringe Schätzung. Dabei würde das Thier wohl sämmtliche Entomostraceen des süssen Wassers, vor Allem aber die Ostracoden von gleichem oder bedeutenderem Körperumfang weit übertreffen, zum Theil um das Mehrfache (wobei ich natürlich von der Winterruhe der Eier absehe).

Die Ergebnisse beanspruchen ein gewisses Interesse, weil sie uns den Schlüssel zu manchen Irrthümern, die auf dem Gebiete der Cypriniden gemacht worden sind, liefern.

Versuche über Parthenogenese lieferten ein negatives Resultat. Ein Weibchen von *Philomedes interpuncta*, das in der Gefangenschaft die Geschlechtsreife erlangte, und als geschlechtsreifes Thier stets isolirt gehalten worden war, zeigte bald nach der letzten Häutung ein bedeutendes Anschwellen der Ovarien, doch traten keine Eier in den Brutraum über; das Ovarium schrumpfte wieder zusammen; also hatte vermuthlich eine Eiablage stattgefunden, doch waren die Eier nicht in den Brutraum übergetreten. Etwa 40 Tage nach erlangter Geschlechtsreife war das Thier noch am Leben, hatte aber keine Eier im Brutraum, auch war das Ovarium klein.

Entwickelungsgeschichte.

Cypridae.

Macrocypris[1] *succinea.*

Erstes Stadium (Länge der Schale $0^{mm}.29$). Das Thier zeigt bereits vollständig das Ansehen eines Ostracoden, ist von einer verkalkten zweiklappigen Schale umschlossen. Der Umriss der Schale erinnert bereits an die Form des erwachsenen Thieres, doch ist das Verhältniss zwischen Höhe und Länge ein anderes, die Höhe verhältnissmässig grösser. Von Gliedmaassen sind vorhanden erste Antenne, zweite Antenne und Mandibel, weiter die Furca.

Die drei erstgenannten Gliedmaassen tragen bereits durchaus das Gepräge wie beim geschlechtsreifen Thier. Die erste Antenne besteht aus fünf kurzen Gliedern mit wenigen steifen Borsten. Die zweite Antenne ist viergliederig, trägt nur weniger Klauen und Borsten als im letzten Stadium; auch der rudimentäre Ansatz ist bereits als kleine Platte mit einer Spitze und einer Borste am Ende des ersten Gliedes (Stammes) nachweisbar. Die Mandibel besitzt einen kräftigen Kaufortsatz mit 5 Zähnen und einen viergliederigen Taster. Nur die Zahl der Borsten ist geringer. Auch eine Athemplatte scheint am ersten Glied vorhanden, doch habe ich mir über ihre Existenz keine volle Sicherheit verschaffen können. Schliesslich finden wir am Ende des Körpers, weit vom Munde entfernt, hinter der bereits deutlich abgegrenzten Unterlippe die Furca, welche aus einem kurzen, kräftigen Basalglied und einer starken, nach vorn gekrümmten Klaue besteht. Neben der Klaue entspringen noch zwei kleine Borsten. Den unpaaren Fortsatz am hinteren Körperende habe ich nicht finden können.

Das zweite Stadium (Grösse der Schale $0^{mm}.37$) unterscheidet sich vom ersten wesentlich nur durch den Besitz der Maxille, welche sofort in annähernd definitiver Gestalt erscheint.

Das dritte Stadium ($0^{mm}.44$) besitzt ausser den genannten Gliedmaassen die Anlage eines weiteren, des Maxillarfusses (so nenne ich nach dem Vorgange von Claus das 5. Gliedmaassenpaar, die sogenannte zweite Maxille der Cypriden). Diese Anlage ist ein undeutlich dreigliederiger Stummel, welcher direct hinter der Unterlippe entspringt.

Im vierten Stadium ($0^{mm}.53$) tritt an Stelle dieses Stummels eine Gliedmaasse, welche in ihrer Gestalt vielmehr an das sogenannte

[1] Ich stelle im Gegensatz zu Brady-Norman die Gattung *Macrocypris* zu den Cypriden. Trotz mancher Abweichungen findet sie hier ihren naturgemässen Platz.

erste Beinpaar der Cypriden (6. Gliedmaassenpaar überhaupt) erinnert, als an den Maxillarfuss; immerhin verräth sie sich als solche durch den Besitz eines kleinen, nach vorn gerichteten eingliederigen (Aussen?) Astes, der am Ende des Stammes entspringt. Bekanntlich findet sich der gleiche Fortsatz an gleicher Stelle bei geschlechtsreifen Thieren. Der nach hinten gerichtete Innenast ist dreigliedrig; das zweite und dritte Glied des Innenastes sind noch nicht getrennt. Direct hinter dem Maxillarfuss entspringt die Anlage des ersten Beinpaares als eingliederiger Stummel mit stummelförmiger Endklaue.

Die Furca hat den früheren Stadien gegenüber eine auffallende Veränderung erfahren: sie ist viel schwächer, dünn und cylindrisch und ist nicht länger, eher kürzer geworden. Die voll entwickelten zum Theil sehr kräftigen klauenartig gestalteten Borsten sind fast vollständig geschwunden, kurz sie entspricht annähernd der etwas rudimentären Form, wie sie das geschlechtsreife Thier besitzt, erscheint eher noch weiter zurückgebildet als dort.

Fünftes Stadium (Schale $0^{mm}63$). Die erste Antenne, die bis jetzt fünfgliedrig war, wird (durch Zerfall des vorletzten Gliedes?) sechsgliedrig. Der Maxillarfuss ist dem vorhergehenden Stadium gegenüber zurückgebildet, das folgende Gliedmaassenpaar hat annähernd die definitive Form, doch sind das vor- und drittletzte Glied noch nicht getrennt. Das letzte Beinpaar erscheint in ähnlicher Anlage, wie im vorhergehenden Stadium das vorletzte.

Sechstes Stadium (Schale $0^{mm}8$). Alle Beinpaare haben annähernd ihre definitive Form: der Maxillarfuss ist noch weiter zurückgebildet: der Innenast besteht jetzt aus vier Gliedern, welche indessen nur angedeutet sind, so dass auch in Bezug auf die Gliederung bei den beiden vorhergehenden Häutungen eine Rückbildung stattgefunden hat. Das dritte und vierte Glied des zweiten Fusspaares ist noch nicht getrennt.

Siebentes Stadium ($0^{mm}92$). Die secundären Geschlechtsmerkmale des Maxillarfusses, ebenso wie die Asymmetrie desselben beim Männchen sind angedeutet. Auch das letzte Beinpaar besitzt die volle Zahl der Glieder. In dem zwischen letztem Beinpaare und Furca liegenden Raume, welcher die Begattungsorgane umfasst, sind secundäre Geschlechtsmerkmale nur angedeutet.

Die nächste Häutung, welche die letzte ist, (die Mehrzahl der Ostracoden häutet sich nach erlangter Geschlechtsreife nicht wieder) führt zum geschlechtsreifen Stadium.

Noch will ich eine Veränderung nachtragen:

Die Borstengruppe an der Ventralseite des zweiten Gliedes der zweiten Antenne befindet sich im dritten Stadium etwa in der Mitte,

näher der Spitze des Gliedes, wandert von da mit jeder Häutung mehr basalwärts.

Die Darstellung, welche ich hier von der Entwickelung eines Cypriden gab, zeigt in verschiedenen Punkten Abweichungen von den Angaben von Claus. (Schriften der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg. Bd. 9 S. 151).

Da die Möglichkeit vorlag, dass die Differenzen auf der Verschiedenheit des Objectes beruhten, so habe ich am conservirten Material die Entwickelung eines Süsswassercypriden, *Cypris pubera*, untersucht (Material von den drei Arten, an denen Claus die Entwickelung studirt hat, zu erhalten, war mir bis jetzt nicht möglich). Ich gebe zunächst eine kurze Darstellung der betreffenden Beobachtungen im Anschluss an die Entwickelung von *Macrocypris succinea*. *Cypris pubera* Erstes Stadium (Schalenlänge $0^{mm}{}'28$) entspricht genau dem bei *Macrocypris* beobachteten: vorhanden sind erste und zweite Antenne und Mandibel, diese drei Gliedmaassen in annähernd definitiver Form; weiter nahe dem hinteren Körperende die Furca, bestehend aus kurzem Stamm mit kräftiger stark nach vorn gekrümmter Klaue.

Zweites Stadium ($0^{mm}{}'32$) und drittes Stadium ($0^{mm}{}'4$) entsprechen, abgesehen von untergeordneten Differenzen, durchaus den gleichen von *Macrocypris*. Dasselbe gilt von den folgenden Stadien; bez. die Unterschiede sind solche, wie sie sich aus den Unterschieden der geschlechtsreifen Thiere erklären. Wieder erscheint der Maxillarfuss im vierten Stadium fussförmig, um dann mit den nächsten Häutungen eine Rückbildung zu erfahren. Schärfer ausgeprägt als bei *Macrocypris* sind die Veränderungen in der Gestalt der Furca.

Im vierten Stadium ($0^{mm}{}'52$) tritt an Stelle der kräftigen Furca des dritten Stadiums ein viel schwächerer Anhang, der sich aber insofern mehr der definitiven Form nähert, als er mehr gestreckt, als er weiter an Stelle der langen nach vorn gekrümmten Endklaue eine nach hinten gekrümmte besitzt und sein hinterer Rand eine Borste trägt. Mit der nächsten Häutung ($0^{mm}{}'7$) verlängert sich dann die Furca ziemlich bedeutend und erlangt etwa die definitive Form.

Im ganzen ist die Übereinstimmung eine sehr weit gehende; wir finden durchweg in den gleichen Entwickelungsstadien die gleichen Gliedmaassen und zwar auf der gleichen Stufe der Entwickelung. So weit meine Beobachtungen über die Entwickelung von Cypriden. Dieselben unterscheiden sich von den Angaben von Claus in folgenden Punkten.

Erstes Stadium. Nach Claus sind drei Paare von Anhängen vorhanden, die nach der hier gegebenen Auffassung zu bezeichnen

wären als erste und zweite Antenne, Furca; letztere wird von Claus als Anlage der Mandibel gedeutet.

Zweites Stadium. Vorhanden ist die gleiche Anzahl von Anhängen wie nach unserer Beobachtung, die Maxille allerdings nur als stummelförmige Anlage; die vier ersten Anhänge werden auch in gleicher Weise gedeutet, die Furca wird als Anlage des vorderen Beines gedeutet.

Drittes Stadium. Dasselbe unterscheidet sich von den vorhergehenden wesentlich dadurch, dass die Maxille annähernd die definitive Gestalt angenommen hat; es würde ziemlich genau dem hier als zweites Stadium beschriebenen entsprechen. Die Furca wird als Anlage des ersten Beines gedeutet.

Das vierte Stadium entspricht ziemlich genau dem von uns als drittes beschriebenen, doch wird die Furca wieder als Anlage des ersten Beines aufgefasst. Im Text werden schliesslich noch zwei zarte Borsten erwähnt. Dieselben bereiten das sogenannte Abdomen, welches den Furcalgliedern der Copepoden homolog zu betrachten ist, vor.

Wegen Abbildung dieser Borsten wird auf Fig. 8 verwiesen, welche aber ein ganz anderes Stadium (das sechste nach Claus) darstellt; ausserdem gehören die einzigen Borsten in dieser Figur, auf welche sich die Bemerkung beziehen könnte (näher bezeichnet sind sie nicht), unzweifelhaft einem Organ an, das ich nur als die Athemplatte der Maxille von der anderen Seite auffassen kann. Die Abbildungen des betreffenden Stadiums lassen ähnliche Borsten durchaus vermissen.

Fünftes Stadium. Die Angabe über die vorhandenen Anhänge, sowie die Deutung derselben decken sich fast vollständig mit den hier für das vierte Stadium gegebenen.

Das sechste Stadium entspricht in der für *Cypris fasciata* beobachteten Form ebenfalls dem von uns als fünftes bezeichneten. Die Unterschiede bei *Cypris vidua* dürften, zum Theil wenigstens, ihre Erklärung in der abweichenden Gestaltung des geschlechtsreifen Thieres finden.

Das siebente Stadium nach Claus entspricht unserem sechsten, das achte unserem siebenten.

Die folgende Zusammenstellung wird die Unterschiede zwischen beiden Darstellungen deutlicher hervortreten lassen. (Ich bezeichne die Gliedmaassen der Reihe nach erste Antenne = 1, zweite Antenne = 2, Mandibel = 3 u. s. w., Furca = F. Die Zahl uneingeklammert bezeichnet, dass die Gliedmaasse annähernd ihre definitive Gestalt hat, eine runde Klammer (3) bezeichnet, dass sie als stummelförmige, unbewegliche Anlage vorhanden, eine eckige Klammer [3] bezeichnet, dass sie in

einer von der definitiven Form wesentlich abweichenden Form existirt, indessen bereits eine Rolle für die Bewegung oder Nahrungsaufnahme des Thieres spielt.)

Stadium nach Claus	Angabe und Deutung nach Claus	Angabe nach Claus, Deutung von mir	Stadium nach mir	Mein Befund
1.	1, 2, [3].	1, 2, [F].	1.	1, 2, 3 [F]
2.	1, 2, 3, (4) [6].	1, 2, 3, (4) [F].		
3.	1, 2, 3, 4, [6].	1, 2, 3, 4, [F].	2.	1, 2, 3, 4 [F]
4.	1, 2, 3, 4, (5) [6] (F)[1].	1, 2, 3, 4 (5) [F].	3.	1, 2, 3, 4, (5) [F].
5.	1, 2, 3, 4, [5] (6) (F).	1, 2, 3, 4, [5] (6) (F).	4.	1, 2, 3, 4, [5] (6) F.
6.	1, 2, 3, 4, 5, 6 (7) F.	1, 2, 3, 4, 5, 6, (7) F.	5.	1, 2, 3, 4, 5,[2] 6, (7) F.
7.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, F.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, F.	6.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, F.
8.	Secundäre Geschlechtsmerkmale angedeutet.		7.	Secundäre Geschlechtsmerkmale angedeutet.
9.	Geschlechtsreif.		8.	Geschlechtsreif.

Ich glaube die vorstehende Übersicht zeigt deutlich genug, in wie weit den verschiedenen Angaben Unterschiede in den Beobachtungen zu Grunde liegen, und in wie weit gleiche oder ähnliche Befunde nur verschieden gedeutet sind. Ich begnüge mich hier damit, diese Unterschiede gezeigt zu haben.

Die Cytheriden.

Ein kleiner Theil der Cytheriden (*Hestoleberis*, *Cytheridea*) trägt die Eier im Schalenraum bis zum Abschlüpfen mit sich herum; die Mehrzahl legt ihre Eier ab, doch habe ich nie in Erfahrung bringen können, in welcher Weise.

Die Entwickelung schliesst sich der oben für die Cypriden geschilderten sehr eng an.

Loxoconcha impressa Baird.

Erstes Stadium (Schale $0^{mm}{,}1$). Der Schalenumriss ist dem der jungen Süsswassercypriden überaus ähnlich, die grösste Höhe liegt nahe dem vorderen Körperende. Die Schale zeigt bereits die für die Art charakteristische Sculptur und ist mit Gruben bedeckt. Gliedmaassen wie bei den Cypriden, erste und zweite Antenne, Mandibel

[1] In der Figur nicht angedeutet, bez. das Gezeichnete gehört einem anderen Stadium und Organ an.

[2] Steht zwischen dem vorhergehenden und folgenden Stadium in der Mitte.

in annähernd definitiver Gestalt, die erste Antenne fünfgliedrig, am hinteren Körperende die Furca, welche aus einem kurzen Basalglied mit langer, schwach gekrümmter Borste oder Klaue, deren Spitze nach vorn gerichtet ist, besteht. Über der Furca findet sich der unpaare Fortsatz am hinteren Körperende. Im Brutraum von *Nesto-leberis* und *Cytheridea* habe ich Thiere in dem gleichen Stadium gefunden, was mir zu beweisen scheint, dass es in der That das erste Stadium ist.

Zweites Stadium (Schale $0^{mm}.14$) dem vorhergehenden Stadium ähnlich. Die Gliedmaassen sind vermehrt um die Maxille, die von annähernd definitiver Form (nur zwei Fortsätze ausser dem Taster?). Eine Athemplatte habe ich nicht auffinden können, doch zweifle ich nicht daran, dass sie vorhanden ist; im Übrigen dem ersten Stadium sehr ähnlich.

Drittes Stadium (Schale $0^{mm}.2$). Die Form der Schale zeigt eine kaum merkbare Annäherung an die spätere in der betreffenden Gattung so weit verbreitete rhombische, indem sich die hintere Spitze vom unteren Rand entfernt. Die Gliedmaassen sind vermehrt um die stummelförmige Anlage des ersten Schreitbeinpaares. Maxille mit drei Kaufortsätzen und Taster und ziemlich umfangreicher Athemplatte, übrigens wie das vorhergehende Stadium.

Viertes Stadium (Schale $0^{mm}.24$). Hintere Spitze weit nach oben gerückt. Erstes Beinpaar von annähernd definitiver Gestalt, drittes und viertes Glied noch nicht getrennt, zweites Beinpaar als stummelförmige Anlage vorhanden, Furca auf einen unscheinbaren Stummel mit kurzer Borste reducirt, übrigens wie das vorhergehende Stadium.

Fünftes Stadium (Schale $0^{mm}.28$). Von annähernd definitiver Form, ebenso das zweite Beinpaar, das dritte als stummelförmige Anlage vorhanden, Furca unverändert.

Sechstes Stadium (Schale $0^{mm}.37$). Alle Gliedmaassen von annähernd definitiver Gestalt, die erste Antenne, bis dahin fünfgliedrig, jetzt sechsgliedrig. Erstes und zweites Fusspaar mit der definitiven Zahl der Glieder, beim dritten das dritte und vierte Glied noch nicht getrennt, Furca mit zwei Borsten.

Siebentes Stadium ($0^{mm}.43$). Auch das letzte Beinpaar mit voller Gliederzahl. Nach einer Anlage des männlichen Sinnesorganes (bürstenförmigen Organes) habe ich vergeblich gesucht.

Ich schliesse hier noch einen Vertreter der Familie der Bairdien an. Bei der sehr nahen Verwandtschaft der Bairdien mit den Cytheriden ist eine grosse Ähnlichkeit in der Entwickelung mit Sicherheit zu erwarten.

Bairdia serrata n. sp.

Erstes Stadium[1] (Schale $0^{mm}{\cdot}2$). Oberer und unterer Rand annähernd parallel, vorn und hinten mit ähnlicher Rundung, mit einzelnen wenig auffälligen Borsten. Gliedmaassen wie bei *Loxoconcha*, erste Antenne fünfgliedrig, eine Trennung des letzten Gliedes in zwei angedeutet. Die Furca entspringt weit hinter der Unterlippe, sie besteht aus kurzem kräftigem Stamm mit drei Klauen, von denen die vordere und hintere ziemlich kurz aber kräftig, besonders die hintere. Die mittlere der drei Klauen ist etwa noch einmal so lang als die beiden anderen, sie ist hakig nach vorn gekrümmt, unter ihrer Spitze entspringt eine schlanke biegsame Borste, welche die Klaue weit überragt.

Zweites Stadium (Schale $0^{mm}{\cdot}26$) mit stark gewölbtem Dorsalrande, dessen höchster Punkt in der vordern Körperhälfte liegt, am vordern Rand zwei, am hinteren Körperende ein kurzer Fortsatz. Gliedmaassen wie bei *Loxoconcha*. Athemplatte der Maxille mit einem bauchwärts gerichteten Strahl. Furca mit einer vorderen kurzen und zwei langen, an der Seite nach vorn gekrümmten Klauen, jede dieser Klauen mit schlanker, sie überragender Borste.

Drittes Stadium (Schale $0^{mm}{\cdot}32$). Gliedmaassen wie bei *Loxoconcha*, Furca unverändert.

Viertes Stadium (Schale $0^{mm}{\cdot}39$). Gliedmaassen wie bei *Loxoconcha*. Das erste Beinpaar am hinteren Rand des ersten Gliedes mit kleiner dreistrahliger Athemplatte, Furca ziemlich kurz, am Ende mit 4 schwach nach hinten gebogenen oder direct nach hinten gerichteten Borsten, der definitiven Gestalt ähnlich.

Fünftes Stadium (Schale $0^{mm}{\cdot}52$). Gliedmaassen wie bei *Loxoconcha*, Furca mit 5 Klauen am Ende und am hinteren Rand.

Sechstes Stadium (Schale $0^{mm}{\cdot}66$). Alle Gliedmaassen von annähernd definitiver Gestalt; beim ersten und dritten Beinpaar sind das dritte und vierte Glied noch nicht getrennt, nur das zweite Beinpaar hat die volle Zahl der Glieder.

Siebentes Stadium. Die äusseren Geschlechtsorgane sind angelegt, die bürstenförmigen Sinnesorgane des Männchens erscheinen als ungegliederte borstenlose Stummel mit der für die Gattung charakteristischen Asymmetrie beider Hälften.

Die nächste Häutung führt zur Geschlechtsreife. Stellen wir die Entwickelung der Cypriden und der Cytheriden in der oben gebrauchten Weise schematisirt neben einander, so ergibt sich:

[1] Die Zugehörigkeit zur Art lässt sich erst vom zweiten Stadium an mit Sicherheit erkennen, da sich das erste Stadium in der Gestalt der Schale auffallend von der definitiven Form unterscheidet.

Stadium	*Cypridae*	*Cytheridae* und *Bairdiidae*
1.	1, 2, 3, [F].	1, 2, 3, [F].
2.	1, 2, 3, 4, [F].	1, 2, 3, 4, [F].
3.	1, 2, 3, 4, (5) [F].	1, 2, 3, 4 (5) [F].
4.	1, 2, 3, 4, [5] (6) F.	1, 2, 3, 4, 5, (6) F.
5.	1, 2, 3, 4, [5] 6 (7) F.	1, 2, 3, 4, 5, 6, (7) F.
6.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, F.	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, F.
7.	Secundäre Geschlechtsmerkmale angedeutet.	Secundäre Geschlechtsmerkmale angedeutet.
8.	Geschlechtsreif.	Geschlechtsreif.

Im grossen Ganzen beschränken sich die Veränderungen, welche die genannten Ostracoden durchlaufen, auf eine Vermehrung der Gliedmaassen, dieselben haben fast ausnahmslos von vornherein, oder nachdem sie ein stummelförmiges Stadium durchlaufen haben, annähernd die definitive Gestalt. Die Ähnlichkeit zwischen geschlechtsreifem Thiere und Larve ist, abgesehen von der Zahl der Gliedmaassen eine möglichst grosse, eine so grosse, dass wir mit Zuhülfenahme der Schale wohl in fast allen Fällen werden entscheiden können, welcher Gattung eine Larve angehört. Verhältnisse, welche nicht geeignet sind, ein besonderes Interesse für die Metamorphose der Ostracoden zu erwecken.

Nur zwei Anhänge machen davon eine Ausnahme: Die Furca und bei den Cypriden die zweite Maxille. Was zunächst die Furca anbelangt, so finden wir durchweg bei den betrachteten Formen in den ersten drei Stadien einen kurzen Stummel mit einer oder mehreren kräftigen nach vorn gebogen Klauen neben denen noch schwache Borsten existiren können. Mit der dritten Häutung erscheint dann eine Furca von annähernd definitiver Form. Wo sie wohl entwickelt ist, sind von dieser Häutung an alle Borsten oder Klauen nach hinten gebogen oder gerichtet. Es ist das die gleiche Häutung, mit der das fünfte Gliedmaassenpaar erscheint oder zu functioniren beginnt, das erste postorale Gliedmaassenpaar, welches der Bewegung dient, (erste Fusspaar der Cytheriden, Maxillarfuss der Cypriden). Dasselbe besitzt ebenfalls eine nach vorn gebogene Klaue, ist also wohlgeeignet, die Function, welche bis dahin der Furca zukam, vollkommen auszufüllen und als Klammerorgan zu dienen. Ich glaube, dass das Übergehen der fraglichen Function von der Furca auf das erste Beinpaar oder den Maxillarfuss die Veränderung zur Genüge erklärt, dass keine Veranlassung vorhanden ist, derselben einen besonderen phylogenetischen Werth beizulegen.

Nicht so einfach liegen die Verhältnisse für den Maxillarfuss der Cypriden. Man könnte hier sagen, dass das erste postorale

Gliedmaassenpaar, das nicht ausschliesslich der Nahrungsaufnahme dient (von der Bewegung der Athemplatte sehe ich ab) zunächst die Function der Furca übernimmt, eine entsprechende Ausbildung erfährt, diese Ausbildung aber wieder verliert zu dem Zeitpunkt, wo das folgende Beinpaar geeignet ist, die Function zu übernehmen. Die Frage wird verwickelter durch den Umstand, dass die betreffende Gliedmaasse bei den Cytheriden im wesentlichen die gleiche Form, die sie bei den Cypriden vorübergehend hat, bewahrt; bei den Cypriden ist sie vorübergehend, bei den Cytheriden dauernd fussförmig. Unzweifelhaft legt dieser Umstand den Gedanken nahe, dass die Veränderung der zweiten Maxille der Cypriden von phylogenetischer Bedeutung sei.

Man könnte die Frage etwa so formuliren, ist die sehr geringe Differenzirung zwischen den drei letzten Beinpaaren, wie wir sie bei den Cytheriden finden, oder die ziemlich weitgehende Differenzirung, wie wir sie bei den Cypriden und Halocypriden, noch mehr bei den Cypridiniden, finden, der ursprüngliche Zustand?

Ich kann hier nicht alle Gründe für und wieder besprechen, glaube aber, dass die zweite Alternative mehr Wahrscheinlichkeit für sich hat, was die weitere Annahme im Gefolge hat, dass die Form des Maxillarfusses im 4. Stadium der Cypriden nur eine Anpassung an das Larvenleben.

Halocypridae.

Conchoecia spinirostris.

Das erste mir bekannt gewordene Stadium, das ich geneigt bin, für das erste überhaupt zu halten, hat eine Länge von 0.^{mm}35.

Das Thier besitzt Frontalorgane, erste und zweite Antenne, Mandibel und erste Maxille in annähernd definitiver Form. Auch der Maxillarfuss erinnert bereits lebhaft an die definitive Form, doch ist der Kaufortsatz grösser, am hinteren Ast sind nur drei Glieder vorhanden, auch diese sind nur angedeutet. Das folgende Gliedmaassenpaar besteht aus kurzem undeutlich zweigliedrigem Stummel mit mässig starker nach vorn gekrümmter Klaue. Die Furca erinnert bereits lebhaft an die definitive Gestalt, trägt aber nur vier Klauen.

Zweites Stadium (Schale 0^{mm}466 lang). Dem vorhergehenden ähnlich, das vorletzte Beinpaar hat annähernd seine definitive Gestalt, hat eine Athemplatte und einen nach hinten gerichteten dreigliedrigen Ast: von dem letzten Gliedmaassenpaar habe ich keine Spur entdecken können. Furca mit 5 Klauen.

Drittes Stadium (0^{mm}62). Maxillarfuss und erstes Beinpaar mit vollzähliger doch etwas undeutlicher Gliederung; das letzte Bein-

paar erscheint als dreigliederiger Anhang mit einer längeren und kürzeren Borste an seiner Spitze, dasselbe hatte, wo ich es nachweisen konnte (der Nachweis ist oft schwierig), eine ähnliche Lage wie die vorhergehenden Beinpaare, ist noch nicht nach oben gerichtet. Die Anlage des Penis erscheint als ein grösserer und als ein kleinerer Stummel, welche beide linksseitig liegen, der kleinere nach innen und hinten vom grösseren, doch scheint die Lage des kleineren Stummels nach innen vom grösseren nicht constant zu sein. Zahl der Furcaldornen 6.

Viertes Stadium ($0^{mm}.85$). Dasselbe ist von Claus bereits beschrieben worden. Das Frontalorgan hat in beiden Geschlechtern etwa die Form wie später beim Weibchen. An der ersten Antenne fehlt noch die dorsale Borste des zweiten Gliedes. Unter den Borsten der letzten Glieder ist die Hauptborste, wie in den vorhergehenden Stadien, durch Länge ausgezeichnet, sie trägt etwa in der Mitte eine (od. zwei?) Reihen kurzer rückwärtsgerichteter Börstchen, aus denen später beim Männchen die Haken werden, während sie sich beim Weibchen ziemlich unverändert erhalten. Die übrigen vier Borsten sind beim Weibchen wie im letzten Stadium sämmtlich Sinnesschläuche. Beim Männchen sind unter diesen Borsten deutlich zwei länger und schlanker als die andern, es sind die späteren Nebenborsten.

Die Sinnesborsten sind noch gleich lang. Am Nebenast der zweiten Antenne sind noch keine Unterschiede nachzuweisen, derselbe gleicht in beiden Geschlechtern annähernd der definitiven Form des Weibchens. Die Anlage der Penis hat Claus richtig beschrieben, sie besteht aus einem langen ziemlich dicken Fortsatz, dem sich an seiner hinteren äusseren Seite ein kürzerer schlanker Fortsatz anlegt, der später zum Stempel wird. Claus glaubt danach, den Penis der Halocypriden auf zwei hintereinanderliegende Beinpaare zurückführen zu können. Mir scheint die Deutung einfacher, dass die beiden Stücke, welche sich später zur Bildung eines einfachen, unsymmetrisch gelagerten Penis vereinigen, den beiden Penishälften der anderen Ostracoden entsprechen, welche in ihrer Lage gegen einander verschoben sind. Die Frage nach der Gliedmaassennatur des Penis lasse ich dabei ganz unerörtert.

Cypridinidae.

Wie bereits erwähnt, werden die Eier bis zum Ausschlüpfen im Brutraum umhergetragen. Sofort, nachdem die Jungen aus dem Ei geschlüpft sind, dürften sie auch den Brutraum verlassen, denn da der Brutraum vollständig mit Eiern erfüllt zu sein pflegt, so bietet er einfach keinen Platz für die Jungen (aus directen Beobachtungen folgt, dass sie sicher innerhalb 24 Stunden den Brutraum verlassen).

Cypridina mediterranea.

Erstes Stadium (0^{mm}9). Die Schale ist, verglichen mit den geschlechtsreifen Weibchen, kürzer und höher, nach hinten stärker verjüngt. Von Gliedmaassen sind vorhanden die ersten fünf in annähernd definitiver Form (die zweite Maxille mit wesentlich geringerer Zahl von Borsten und zahnartigen Gebilden). Ausser diesen die sogenannte dritte Maxille (6. Gliedmaassenpaar in sehr einfacher Form); dieselbe besteht aus einer ungegliederten, länglichen, senkrechten Platte, deren unterer Rand mit langen steifen Haarborsten besetzt ist. Vom letzten Gliedmaassenpaar fehlt jede Spur. Die Furca erinnert bereits lebhaft an die definitive Form, doch ist die Zahl der Dornen viel geringer, ausserdem findet sich ein deutlicher Gegensatz zwischen starken Hauptdornen und schwachen Nebendornen. Auf zwei kräftige Hauptdornen folgen noch drei schwächere Nebendornen.

Die einzigen Angaben, die wir über die Entwickelung der Cypridiniden besitzen, beziehen sich auf dieses Stadium, weshalb ich sie gleich hier erwähne.

Nach Claus (Über die Organisation der Cypridiniden Zeitschr. f. Zool. 15. 1865) besitzen die Thiere nicht sechs sondern nur fünf Gliedmaassenpaare, das dritte Maxillenpaar fehlt noch vollständig. Die Furcalanhänge sind nur mit zwei gekrümmten Endborsten bewaffnet. Die jungen Schalen sind von denen der ausgebildeten Thiere sehr verschieden gestaltet, haben in der vordersten Hälfte die bedeutendste Höhe.

Das nächste Stadium, das ich beobachten konnte, und das ich für das nächste zu halten geneigt bin, misst 1^{mm}. Es gleicht dem vorhergehenden bis auf folgende Punkte. An der zweiten Maxille ist die Zahl der Borsten u. s. w. vermehrt; das sechste Gliedmaassenpaar ist undeutlich zweigliedrig, der Stamm trägt eine gefiederte Borste, ausserdem, wie das zweite Glied, zahlreiche Haarborsten. Die Zahl der Furcaldornen ist nicht vermehrt, doch nähern sich die Nebendornen in ihrem Bau den Hauptdornen.

Im dritten Stadium (aus dem zweiten gezogen) misst die Schale 1^{mm}2. Das sechste Gliedmaassenpaar zeigt annähernd die definitive Form, doch sind die einzelnen Abschnitte noch nicht deutlich von einander abgegliedert, die Zahl der Borsten ist geringer. Der Putzfuss erscheint als kurzer, ungegliederter, nach oben gerichteter Stummel. Die Zahl der Furcaldornen beträgt acht.

Über die weiteren Entwickelungsstadien kann ich für *Cypridina mediterranea* keine Angaben machen. Nach Untersuchungen an *Pyrocypris* dürften noch verschiedene Häutungen folgen. Die Veränderungen

würden, abgesehen von einer allgemeinen Grössenzunahme und einer Vermehrung der Borsten an verschiedenen Gliedmaassen, bestehen in einer Streckung des Putzfusses, verbunden mit dem zunächst nur andeutungsweisen Auftreten von Gliedern und dem Erscheinen einzelner Borsten an der Spitze.

In den Gattungen *Philomedes, Pseudophilomedes* und *Cylindroleberis (Asterope)* verhält sich das erste Stadium dem von *Cypridina* überaus ähnlich. Das sechste Gliedmaassenpaar besteht aus einer ungegliederten Platte mit Haarborsten; bei *Cylindroleberis* hat es bereits annähernd die definitive Form, der vordere Rand dient als Unterlippe. Durchweg fehlt das letzte Gliedmaassenpaar. Die Furca trägt stets zwei Hauptdornen, denen eine wechselnde Zahl von Nebendornen folgt.

Auch das zweite Stadium bei *Pseudophilomedes* und *Cylindroleberis*, das dritte bei *Pseudophilomedes* entspricht, wenigstens was die Zahl der Gliedmaassen anbetrifft, den betreffenden Stadien von *Cypridina*. Wesentliche Unterschiede finden sich in der Gestalt des sechsten Gliedmaassenpaares (bei *Cylindroleberis* unterbleibt jede Gliederung) und in der Zahl der Furcaldornen. Die Unterschiede entsprechen im wesentlichen denen der geschlechtsreifen Thiere.

Bezüglich der drei ersten Stadien will ich auf die Übereinstimmung aufmerksam machen, welche in dem Erscheinen der Gliedmaassen besteht zwischen *Conchoecia (Halocypridae)* und den Cypridiniden.

Aus der späteren Entwickelung will ich noch eine Beobachtung kurz besprechen. Um das Interesse, welches sich an diese Beobachtung knüpft, zu zeigen, muss ich zunächst einige Angaben über die Gattung *Philomedes* machen. Die von Sars in der Gattung *Philomedes* vereinigten Formen wurden und werden zum Theil noch (Brady) untergebracht in den beiden Gattungen *Philomedes* Lilljeborg und *Bradycinetus* Sars, von denen die erste nach Sars die Männchen, die zweite die Weibchen ein und derselben Gattung enthalten, eine Ansicht, der ich mich bereits früher anschloss. Ferner sei erwähnt die Angabe von Sars,[1] wonach von *Bradycinetus globosus* zweierlei Weibchen existiren, solche mit kurzen Schwimmborsten der zweiten Antenne, unfähig zum Schwimmen, und solche mit langen Schwimmborsten, befähigt zu schwimmen. Nachdem er die Annahme zurückgewiesen hat, dass es sich um Männchen und Weibchen handelt, fährt er fort: Auch hängt die Ungleichheit nicht ab vom Alter, da ich sowohl jüngere wie ältere Individuen in dieser Weise (mit kurzen Schwimmborsten) ausgerüstet fand. Vollkommen gleich fand ich auch das Ver-

[1] Oversigt af Norges marine Ostracodes. Vid. Seldskabets Forhandlinger for 1865.

halten bei der folgenden Art (*Bradycinetus Lilljeborgii*): Bei einzelnen Individuen, welche ich, ungeachtet ich keine deutlichen Copulationsorgane verzeichnen konnte, als Männchen ansehen muss, zeigen diese Organe noch eine besondere Eigenthümlichkeit, indem der Nebenast (unzweifelhaft der zweiten Antenne) deutlich grösser ist als bei den Weibchen, auch mit einem häutigen, zwei Borsten tragenden Endglied versehen ist, welches den Weibchen vollständig fehlt. Dies Verhalten zeigt die von Lilljeborg gegebene Abbildung, und ebenso die Figur von Baird bei *Bradycinetus* Mac Andrei. Bei den Individuen, deren Nebenast diesen Bau zeigt, ist auch das Pigment der Augen deutlicher entwickelt und von rother Farbe, während es bei den Weibchen fast vollständig fehlt. Diese Angabe, wonach bei *Philomedes* ein Dimorphismus der Weibchen existirte, würde, wenn sie sich bestätigte, sicher ein grösseres Interesse verdienen, als man ihr bisher geschenkt hat.

Die Fragen, die sich nach dem Gesagten an die Gattung *Philomedes* knüpfen, — Zusammengehörigkeit der Gattungen *Bradycinetus* und *Philomedes*, Existenz von zweierlei Weibchen. — beantworten sich an der Hand der Entwickelungsgeschichte, bez. mit Hülfe von Zuchtversuchen sehr einfach dahin, dass 1) *Bradycinetus* als Weibchen oder als Jugendform zu *Philomedes* als Männchen gehört; dass 2) die Individuen mit kurzen Schwimmborsten lediglich Jugendstadien zu den Männchen oder Weibchen mit langen Schwimmborsten sind.

Die Beobachtungen, auf welche ich diese Sätze gründe, sind kurz folgende: Es gelingt, aus typischen *Bradycinetus* die Männchen von *Philomedes* zu ziehen; oder umgekehrt; die Männchen zeigen bis zum Eintritt der Geschlechtsreife in der Schale im Bau der ersten Antenne und der Fresswerkzeuge durchaus den Charakter der geschlechtsreifen Weibchen (in der Gestalt des Nebenastes der zweiten Antenne und in der Pigmentirung des Auges bereiten die letzten Stadien des Männchens bereits die secundären Geschlechtsmerkmale vor, was Sars in der oben citirten Stelle veranlasst, von Männchen von *Bradycinetus* zu sprechen).

Für den zweiten Satz, den Dimorphismus der Weibchen betreffend, will ich folgende Beobachtungen geltend machen. Nie ist es mir gelungen, bei einem Weibchen mit kurzen Schwimmborsten Eier oder ein entwickeltes Receptaculum seminis zu finden (auch Sars erwähnt nichts von Eiern); sämmtliche Jugendstadien von *Philomedes*, vom ersten Stadium beginnend, haben kurze Schwimmborsten, sind unfähig zu schwimmen; verschiedenfach habe ich aus Thieren mit kurzen Schwimmborsten Weibchen mit langen Schwimmborsten gezogen.

Was Sars zu der Annahme eines Dimorphismus geführt hat, ist wohl einmal der geringe Grössenunterschied zwischen den geschlechts-

reifen Thieren und den letzten Jugendstadien, weiter der Umstand, dass man die Jugendstadien viel häufiger erhält als die geschlechtsreifen Thiere. Letzteres erklärt sich zum Theil aus dem sehr langsamen Verlauf der Entwickelung, wie er oben dargelegt ist

Einen ähnlichen Erfolg, wie ihn mir Zuchtversuche für die Gattung *Philomedes* lieferten, hoffte ich für die Gattung *Sarsiella*. Die Männchen dieser Gattung sind noch nicht beschrieben. Ich glaube sie zu finden in der von Brady nur auf die Schalenform hin aufgestellte Gattung *Streptoleberis*. Die Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern würden, wenn meine Annahme richtig ist, noch viel bedeutender sein als bei *Philomedes*. Sie betreffen die Schale und die sämmtlichen Gliedmaassen, erste und zweite Antenne im weniger hohen Maasse als bei *Philomedes*, alle anderen Gliedmaassen und die Schale in sehr hohem Maasse. Ein directer Nachweis der Zusammengehörigkeit durch Züchtung von Larven ist mir nicht gelungen. Doch spricht eine Thatsache aus der Entwickelungsgeschichte sehr deutlich für die Annahme. Wie bekannt und wie bei *Philomedes* bereits erwähnt, erscheinen besonders auffällige Charaktere des Männchens angedeutet bei den letzten Stadien der den Weibchen ähnlichen Larven. Der auffälligste Charakter der fraglichen Männchen besteht in der Rückbildung des Putzfusses, der kurz stummelförmig ist, ein Charakter, der sich bei keinem anderen Cypriniden wiederholt. Nun fand ich einmal bei einem Thier, das in Schalenform und Gliedmaassenbau fast durchgehends die sehr eigenthümlichen Charaktere von *Sarsiella* zeigte, das sich des Weiteren durch die Anlage der Geschlechtsorgane als junges Männchen charakterisirte, einen stummelförmigen Putzfuss. Bei weiterer Berücksichtigung einiger Punkte im Bau von *Streptoleberis* und *Sarsiella*, die ich hier übergehe, wird man die Annahme kaum von der Hand weisen können, dass beide Gattungen als Männchen und Weibchen zusammengehören.

Ausgegeben am 11. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1893.
XXIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

18. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. E. du Bois-Reymond.

1. Hr. Hertwig theilte experimentelle Untersuchungen mit über die ersten Theilungen des Froscheies und ihre Beziehungen zu der Organbildung des Embryo.

Die Mittheilung erfolgt umstehend.

2. Das correspondirende Mitglied der Classe, Hr. Friedrich Kohlrausch in Verbindung mit Hrn. Friedrich Rose zu Strassburg i. E. hat eine Abhandlung eingesandt über die Löslichkeit einiger schwer löslichen Körper im Wasser, beurtheilt aus der elektrischen Leitungsfähigkeit der Lösungen.

Die Mittheilung erscheint im nächsten Stück.

Experimentelle Untersuchungen über die ersten Theilungen des Froscheies und ihre Beziehungen zu der Organbildung des Embryo.

Von Oscar Hertwig.

Viele Forscher huldigen der Ansicht, dass durch die ersten Theilungen des befruchteten Eies schon bestimmte Organcomplexe des sich entwickelnden Thieres von einander gesondert werden. Besonders hat Roux dieser Frage sein Augenmerk in mehreren Abhandlungen zugewandt und ist auf Grund mannigfacher, interessanter Experimente am Froschei zu folgendem Ergebniss gelangt.

Durch die erste Furchung des Froscheies wird das Bildungsmaterial für die rechte und linke Körperhälfte von einander gesondert, durch die zweite das Bildungsmaterial für den vorderen und den hinteren Körpertheil, durch die dritte aequatoriale Furchung das Bildungsmaterial für die Rücken- und Bauchhälfte. Durch die ersten Theilungsprocesse findet eine Zerlegung der in der Eizelle enthaltenen Gesammtanlage in einzelne qualitativ verschiedene Theile statt der Art, dass jede Furchungszelle nicht nur das Bildungsmaterial zu einem entsprechenden Stücke des Embryo, sondern auch die differenzirenden und gestaltenden Kräfte dazu erhält.

Somit wird schon durch die ersten Theilungen von vornherein entschieden, welcher Körpertheil des Embryo aus jeder Zelle hervorgehen muss. Jede Zelle trägt schon ihr zukünftiges Schicksal in sich. Eine die Entwickelung der einzelnen Theile mit bestimmende Wechselwirkung aller einzelnen Theile auf einander wird für die Anfangsstadien wenigstens in Abrede gestellt und somit die Entwickelung des Embryo von der zweiten Furchung an als eine Mosaikarbeit und zwar aus mindestens vier verticalen, sich selbständig entwickelnden Stücken bezeichnet.

Die eben dargelegte Auffassung von der Natur des Entwickelungsprocesses, welcher Roux durch Experimente am Froschei eine Grundlage zu geben versucht hat, ist eine weit verbreitete. Als systema-

tisch durchgearbeitete Entwickelungstheorie tritt sie uns namentlich in einem jüngst von Weismann herausgegebenen Buch entgegen, welches den Titel führt: »Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung«.

Ich will gleich hervorheben, dass ich auf einem wesentlich abweichenden Standpunkt stehe und dass ich weder die Theorie von Weismann annehmen, noch die Schlüsse für beweiskräftig halten kann, welche Roux aus seinen Untersuchungen gezogen hat. Ich will versuchen, meinen entgegengesetzten Standpunkt durch Experimente zu begründen, welche ich im März ebenfalls am Froschei angestellt habe.

Das Froschei ist für experimentelle Studien sehr geeignet. Einmal verträgt es Eingriffe, bei denen viele andere Eier zu Grunde gehen würden. Zweitens hat es eine zur Beobachtung recht passende Grösse. Drittens gehört es zu den polar differenzirten Eiern, d. h. die Eikugel besteht nicht aus einer gleichförmigen Substanz, wie es bei vielen kleineren Eizellen anscheinend der Fall ist, sondern aus zwei Substanzen, die nach den entgegengesetzten Polen der Kugel von einander gesondert sind und von denen sich die eine durch ein geringeres specifisches Gewicht vor der anderen auszeichnet. Auch äusserlich ist dieser Unterschied an der Eizelle erkennbar, denn diejenige Kugelhälfte, welche aus der leichteren Substanz besteht, die zugleich auch die protoplasmareichere ist, enthält an ihrer Oberfläche schwarzes Pigment, die entgegengesetzte ist zum grössten Theil pigmentfrei und da sie hauptsächlich Dottermaterial beherbergt, graugelb gefärbt.

In Folge dieser ungleichen Vertheilung zweier verschieden schwerer Substanzen nimmt das Froschei im Wasser stets eine bestimmte Ruhelage ein der Art, dass die pigmentirte, leichtere Hälfte nach oben, die gelb gefärbte, schwerere nach abwärts gewandt ist. Die Axe, welche die beiden Pole verbindet, oder die Eiaxe ist normaler Weise vertical gestellt.

Meine Experimente am Froschei haben einen doppelten Zweck gehabt. Einmal wollte ich noch des Genaueren die Bedingungen feststellen, unter denen sich das System der ersten Theilungsebenen bildet, und wollte durch besondere äussere Eingriffe das System der Theilungsebenen abzuändern versuchen; zweitens wollte ich auf diesem Wege durch weitere Verfolgung der Entwickelung zugleich auch prüfen, ob zwischen dem abgeänderten System der ersten Theilungsebenen und der Organanlage des Embryo die von Roux angegebenen, ursächlichen Beziehungen bestehen.

Zu dem Zwecke zwang ich die Froscheier $1-1^1/_2$ Stunden nach der Befruchtung eine von ihrer typischen Kugelgestalt abweichende Form anzunehmen, in einem Theil der Experimente die Form einer Scheibe, in einem anderen Theil die Form eines Cylinders.

Im ersten Fall brachte ich die befruchteten Eier, 8–10 an der Zahl, einzeln in kleinen Abständen auf einen Objectträger, an dessen vier Ecken Glasstückchen von bestimmter Dicke festgekittet waren. Die dicke, von Wasser durchtränkte Gallerte, von welcher jedes Ei umhüllt ist, wurde mit einer feinen Scheere nach verschiedenen Richtungen eingeschnitten und zum kleineren Theil entfernt. Mit ihrer Gallerte klebten die einzelnen Eier auf dem Objectträger ziemlich fest an. Dann wurde eine viertel Stunde gewartet, bis alle auf den Objectträger gebrachten Eier sich der Schwere nach so gedreht hatten, dass ihre Kugelaxe vertical stand, die pigmentirte Hälfte also nach oben sah. Hierauf wurde ein zweiter Objectträger vorsichtig auf den ersten aufgedeckt, bis er den an den Ecken angebrachten Glasplättchen fest auflag. Mit zwei Gummiringen wurde er vorsichtig in dieser Lage befestigt. Ausserdem wurden noch die vier Ecken des Objectträgerpaares, um jede Verschiebung unmöglich zu machen, mit warmem Wachs verkittet. Die Eier befanden sich so in einem Spalt, dessen Durchmesser kleiner gewählt wurde, als ihr eigener Durchmesser war. Die Kugel wurde daher zwischen dem Objectträgerpaar zu einer Scheibe abgeplattet, die bald dünner, bald dicker war je nach der Dicke der in den Spalt dazwischen geschobenen Glasstückchen. Bei einiger Geschicklichkeit kann man die Eier sehr erheblich abplatten, ohne ihrer Entwickelungsfähigkeit irgend einen Schaden zuzufügen. Bei zu grosser Pressung platzt schliesslich die Eirinde, was dann ein Absterben zur Folge hat.

Entsprechende Versuche hat vor mir bereits schon Pflüger 1884 an Froscheiern angestellt, aber nach einem minder vollkommenen Verfahren; daher in seinen Versuchen die Eier sich wenig oder gar nicht über die zwei ersten Furchungen hinaus entwickelten und abstarben, während in meinen Experimenten von mehreren hundert Eiern alle sich ebenso gut, wie normale Eier entwickelten und bis zur Entstehung des Nervenrohrs verfolgt wurden, wenn sie nicht etwa auf einem früheren Stadium behufs genauerer Untersuchung in Chromsäure eingelegt wurden. Die Compression zwischen zwei parallelen Objectträgern lässt drei Variationen zu, je nachdem man sie horizontal, vertical oder geneigt aufstellt. Im ersten Fall werden die Eier von oben nach unten comprimirt, im zweiten Fall seitlich, im dritten Fall in schräger Richtung. Je nachdem fällt natürlich die Vertheilung der zwei verschieden schweren Substanzen im Ei-Inhalt sehr verschieden aus.

Das zweite Verfahren bestand darin, dass ich die befruchteten Froscheier einzeln nach theilweiser Entfernung der Gallerte in enge Röhrchen einführte, wie es auch schon Roux behufs anderer Experi-

mente gethan hat. Dadurch wird die Kugelform in eine Cylinderform umgewandelt. Die Röhrchen konnten dann wieder in horizontaler oder verticaler Richtung aufgestellt werden.

Durch die genannten Eingriffe wird nun die Lage und Aufeinanderfolge der Theilungsebenen in sehr erheblicher Weise beeinflusst und es werden Modificationen erzeugt, die in jeder Beziehung vom Normalschema abweichen. Diese Abweichungen liefern aber zugleich eine Bestätigung für das Gesetz, welches ich schon im Jahre 1884 zur Erklärung der Aufeinanderfolge der Theilungsebenen aufgestellt habe. Dasselbe heisst: Die beiden Pole der Kernspindel, durch welche die Richtung der Theilungsebenen bestimmt wird, kommen in die Richtung der grössten Protoplasmamassen zu liegen, etwa in derselben Weise, wie die Pole eines Magnetes in ihrer Lage durch Eisentheile in der Umgebung beeinflusst werden. Daher kann in einem kugeligen Ei, in welchem Protoplasma und Dotter gleichmässig vertheilt sind, die Axe der central gelegenen Kernspindel mit der Richtung eines beliebigen Radius, dagegen in einem ovalen Ei nur mit dem längsten Durchmesser zusammenfallen. In einer kreisrunden Protoplasmascheibe stellt sich die Spindelaxe parallel zur Scheibenoberfläche in einen beliebigen Durchmesser, in einer ovalen Scheibe dagegen wieder nur in den längsten Durchmesser ein.

Beim Froschei liegt der befruchtete Eikern in dem protoplasmareicheren, pigmentirten Theil des Eies, welcher wie eine Scheibe auf dem mehr dotterhaltigen Theile ruht und wegen seiner geringeren, specifischen Schwere gleichsam obenauf schwimmt und horizontal ausgebreitet ist. Die Kernspindel muss sich daher in horizontaler Richtung ausbilden, die erste Theilungsebene muss daher eine verticale sein. Da aber in einer runden Scheibe die Pole der Spindel sich in jeden Durchmesser einstellen können, lässt sich nicht im Voraus bestimmen, mit welchem Meridian der Kugel die erste Theilungsebene zusammenfallen wird.

Bei den in ein horizontal gelagertes Röhrchen eingeführten Eiern ist nun die Kugelform in eine Tonnenform umgewandelt worden. Dadurch ist ein Factor geschaffen worden, durch welchen jetzt die Lage der Kernspindel im Voraus bestimmt ist. Sie stellt sich mit ihren Polen in den Längsdurchmesser der Tonne, also auch in den Längsdurchmesser des Versuchsröhrchens ein. Bei allen derart behandelten Eiern steht mithin die erste Theilungsebene senkrecht und schneidet unter rechtem Winkel die Axe des Röhrchens, eine Erscheinung, die auch schon von Roux beobachtet worden ist. Einen ganz ähnlichen Erfolg erzielt man, wenn die Eier, nachdem sie sich ihrer Schwere nach richtig eingestellt haben, zwischen zwei vertical

gestellten Glasplatten zu einer dicken Scheibe zusammengepresst werden. Jetzt ist die specifisch leichtere, active Substanz mit dem Kern nach dem oberen Scheibenrand zusammengedrängt. Die Kernspindel entsteht daher in horizontaler Richtung parallel zu den comprimirenden Platten. Die Theilungsebene wird eine verticale und schneidet in ihrer Verlängerung rechtwinklig die Glasplatten. Ich habe es mehrmals beobachtet, wie von den acht zwischen zwei Objectträgern comprimirten Eiern sechs oder sieben sich gleichzeitig und in genau derselben Weise theilten. Der Experimentator kann daher, um einen Ausdruck von Pflüger zu gebrauchen, der das Verhalten der Eier bei Compression zwischen zwei verticalen Glasplatten zuerst beobachtet hat, die Eizellen zwingen sich zu theilen, wie er es wünscht.

Durch die Compression der Eier in irgend einer Richtung werden aber auch die zweiten, dritten, vierten Theilungen u. s. w. erheblich abgeändert.

So bildet sich z. B. bei Compression zwischen zwei verticalen Glasplatten die zweite Theilebene niemals, wie es normaler Weise sein sollte, rechtwinklig zur ersten in verticaler Richtung aus, sondern sie wird entweder eine rein horizontale oder ist schräg zur ersten verticalen Ebene gestellt. Bei Compression zwischen zwei horizontal gelagerten Platten entstehen zwar die beiden ersten Theilebenen in verticaler Richtung und schneiden sich rechtwinklig, aber die dritte, normaler Weise aequatoriale Theilebene kommt in Wegfall und wird durch eine dritte Folge verticaler Theilungen ersetzt.

Alles in Allem erhalten die ersten acht Theilstücke je nach den Zuständen, unter denen sich das Ei befindet, eine vom Normalzustand abweichende, sehr verschiedene Grösse, Form und Lage zu einander. Die abnormen Theilungen lassen sich aber ebenso wie die normalen aus einem einfachen Gesetz, aus den Beziehungen der Kernspindel zum umgebenden Protoplasmakörper erklären und liefern sogar die beste Bestätigung für die Richtigkeit desselben.

Hiermit gehe ich zu der zweiten Frage über: Lassen die ersten Theilungsebenen, deren Stellung und Aufeinanderfolge bereits schon in den im Ei selbst gegebenen Bedingungen ihre Erklärung gefunden haben, auch noch ursächliche Beziehungen in der von Roux geforderten Weise zu der Organisation des sich entwickelnden Embryo erkennen? Die Sache muss schon sehr in Frage gestellt erscheinen, wenn wir sehen, dass aus allen Eiern, mögen sie sich in dieser oder jener abweichenden Weise abgefurcht haben, doch stets Embryonen mit normal gebauten und gelagerten Organen hervorgehen. Aber auch beim genauen Studium jedes Einzelfalles lässt sich das Fehlen jener ursächlichen Beziehungen nachweisen.

Durch die Compression und die dadurch erzeugte Abplattung sind die einzelnen Eier in Zwangslage gebracht, so dass sie nicht leicht Drehungen und Lageveränderungen eingehen können, zumal die verschiedenen Substanzen ihrer specifischen Schwere nach richtig angeordnet sind. Man kann daher durch Studium der Weiterentwickelung eines einzelnen Eies genau bestimmen, an welcher Stelle sich die zunächst erscheinenden Organe anlegen und wie sich ihre Lage zur Richtung der ersten Theilungsebene verhält. Zu dem Zwecke wurde bei den einzelnen Eiern die Richtung der ersten Theilungsebene, auf welche es ja hauptsächlich ankommt, auf dem Objectträger durch einen Strich mit Tusche angegeben. Später nach Ablauf von drei Tagen, wenn sich das Rückenmark als Rinne anlegt und dadurch die Axen des embryonalen Körpers leicht und sicher bestimmbar sind, wurde die Richtung der Rückenmarksanlage ebenso mit Tusche markirt. Ohne in die Einzelheiten einzugehen, welche ich später ausführlich darstellen werde, will ich nur das Gesammtergebniss dieser Studien hervorheben, welches darin besteht, dass sich bei den durch Compression in Zwangslage gebrachten Eiern, die abgesehen von ihrer Gesammtform sonst die Organe normal entwickeln, keine ursächlichen Beziehungen zwischen der ersten Theilungsebene und der Axe des Nervenrohrs feststellen lassen. In einem Experiment z. B. fiel bei 10 Eiern die Medianebene des Körpers 2 Mal nahezu mit der ersten Theilungsebene zusammen. 12 Mal stand sie nahezu senkrecht auf ihr, 6 Mal bildete sie mit ihr einen mehr oder minder spitzen Winkel. Namentlich aber liefern die zwischen verticalen Glasplatten comprimirten Eier beweisende Resultate.

Die Entscheidung darüber, an welcher Stelle an jedem einzelnen Ei die Organe zu liegen kommen werden, lässt sich übrigens schon auf einem viel früheren Stadium treffen, nämlich schon zu der Zeit, wenn an der Keimblase der Urmund zunächst als ganz kleine Rinne sich anzulegen beginnt. Die Urmundbildung lässt sich an den in Zwangslage gehaltenen Eiern ausserordentlich genau und leicht Schritt für Schritt verfolgen und vollzieht sich in der von Roux und mir schon früher dargestellten Weise. Sie spielt sich stets an der aus schwerer Substanz bestehenden und daher normaler Weise nach abwärts gekehrten Hälfte der Keimblase ab, woselbst dann später auch die Medullarplatte angelegt wird.

Die Einstülpung geschieht hier in der Peripherie eines Bezirks, den ich als Dotterfeld bezeichnen will. Bei Eiern, welche zwischen horizontalen Platten zu einer Scheibe abgeplattet sind, ist das Dotterfeld mehr oder minder kreisförmig. Die erste Urmundeinstülpung schien sich meist in jedem Radius des Kreises und jedenfalls ohne

Beziehung zu den ersten Furchungsebenen bilden zu können. Dagegen schien es mir möglich zu sein, durch experimentelle Eingriffe den Ort der ersten Urmundanlage beeinflussen zu können, nämlich dann wenn man die comprimirenden Glasplatten schräg geneigt aufstellt, so dass sie etwa einen Winkel von 45° mit der Horizontalebene beschreiben. In diesem Fall ist die schwerere Substanz der unteren Glasplatte zugewandt, gleichzeitig aber auch nach dem unteren Rand des scheibenförmigen Eies zu verlagert. Bei 16 in dieser Lage auf zwei Objectträgern befindlichen Eiern entstand nun die erste Einstülpung in 15 Fällen an dem Theil der Peripherie des Dotterfelds, welcher nach dem oberen Rand des Objectträgers gewandt war, und nur bei einem Ei in dem entgegengesetzten Bereich. Weil das Untersuchungsmaterial mir ausging, konnte ich diesen Gegenstand nicht noch näher verfolgen.

Eine letzte Reihe von Experimenten bestand endlich darin, dass ich Froscheier, welche zwischen horizontal gelagerten Platten comprimirt waren, umkehrte, wenn sie die zwei oder drei ersten Stadien des Furchungsprocesses durchgemacht hatten, so dass nun die Substanzen der Schwere entgegen über einander lagen, also die unpigmentirte Hälfte der Kugel nach oben. Die Eier fuhren trotz dieser abnormen Lage fort, sich weiter zu entwickeln. Bei vielen bildete sich die Urmundeinstülpung, später die Nervenplatte, und jetzt zwar anstatt an der unteren an der nach oben, dem Beobachter zugewandten Fläche der Scheibe. Doch zeigten sich in manchen Fällen Störungen des normalen Verlaufes, die ich an conservirtem Material noch genauer untersuchen muss. Manche Eier begannen auch trotz der Zwangslage sich langsam der Schwere nach umzudrehen, so dass nach ein bis zwei Tagen die nach oben gekehrte normaler Weise untere Fläche der Scheibe wieder nach unten oder wenigstens an die Seite gerückt war.

Zum Schluss noch einige Bemerkungen, um keine Missverständnisse aufkommen zu lassen.

Auf Grund der mitgetheilten Experimente muss ich in Abrede stellen, dass durch den Theilungsprocess die Anlagesubstanz qualitativ ungleich zerlegt werde, der Art, dass jedes Theilstück nur für eine besondere Entwickelungsmöglichkeit schon bei seiner Entstehung gewissermaassen praedestinirt ist. Mit meiner Auffassung verträgt es sich aber recht gut, dass schon im normalen, unbefruchteten Ei Factoren verborgen sein können, welche wie sie die erste Richtung der Theilungsebenen in der früher auseinandergesetzten Weise beeinflussen, auch für die Lage später auftretender Organe in irgend einer Beziehung maassgebend sein können.

So sehen wir, wie bei langgestreckten Eiern sehr häufig, vielleicht auch stets, die Längsaxe des Eies zur Längsaxe des Embryo wird, zum Beispiel bei den Insecteneiern. Es hat dies aber nichts mit der Lage der ersten Furchungsebenen zu thun. Solche bilden sich ja bei den Insecteneiern bekanntermaassen überhaupt nicht, denn hier theilt sich nach der Befruchtung nur der Keimkern zu wiederholten Malen, dann steigen die Kerne an die Oberfläche des Dotters, um hier einen Zerfall in Zellen hervorzurufen und die Keimhaut zu bilden. Dass hier im Ei schon die Längsaxe des Embryo vorbestimmt ist, hat lediglich in der länglichen Form des Eies seinen Grund. Die in Zellen abgetheilte Substanz behält dieselbe äussere Form wie die ungetheilte Substanz bei. Aus dem Zelltheilungsprocess geht daher auch gleich eine längliche Keimblase hervor, was wieder zur unmittelbaren Folge hat, dass in derselben Richtung die Gastrula eine längliche wird, ebenso dann der Urmund, von dem wieder die Lage der Ursegmente und des Nervensystems u. s. w. unmittelbar bestimmt wird.

In derselben Weise fällt beim ovalen Ei von *Triton* die spätere Längsaxe des Embryo mit der Längsaxe des Eies zusammen. Durch diese geht die erste Theilungsebene stets rechtwinklig hindurch aus denselben Gründen, aus denen bei Froscheiern, die in eine enge Glasröhre eingeführt sind, die erste Theilebene zu letzterer quer steht, nicht aber aus dem Grunde, weil die erste Theilung die Aufgabe hat, das Material für die vorderen und hinteren Abschnitte des Körpers specifisch zu sondern. Das Oben und Unten am Ei wird durch die Sonderung in eine leichtere protoplasmatische und schwerere Dottersubstanz erzeugt. Hierdurch, aber nicht durch die Entstehung einer Aequatorialfurche, wird dann wieder am Ei die Gegend bestimmt, wo Urmund und Nervenrohr zur Anlage kommen.

Nach dieser Richtung hin erkläre ich die hierher bezüglichen verschiedenen Angaben in der Litteratur und auch einen guten Theil der von Roux gesammelten Beobachtungen.

Ausgegeben am 1. Juni.

1893.
XXV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

18. Mai. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

1. Hr. Wattenbach las über die Apologie des Guido von Bazoches.

Die Mittheilung folgt umstehend.

2. Hr. von der Gabelentz machte Mittheilungen über die Schrift von Gustave Schlegel: Desultory Notes on Japanese Lexicography.

3. Hr. Conze erstattete den Bericht über die Thätigkeit des Kaiserlichen archaeologischen Instituts im Rechnungsjahre 1892/93. Die Drucklegung erfolgt in einem der nächsten Hefte der Sitzungsberichte.

Die Apologie des Guido von Bazoches.

Von W. Wattenbach.

Mit Guido von Bazoches habe ich mich schon vor drei Jahren hier beschäftigt, indem ich aus seinen Briefen ein Lebensbild zu gestalten versuchte, welches zugleich manches Licht auf die Lebensweise und Denkart der vornehmen Weltgeistlichkeit des zwölften Jahrhunderts in Frankreich fallen liess. Eine hervortretende Stelle nahm in den älteren Briefen das Bakelfest ein, über welches ich hier nachtrage, dass es nichts anderes ist als das alte Neujahrsfest, die Saturnalien in geistlicher Umgestaltung, bekannter unter dem Namen des Narrenfestes, wie denn auch der Stab des Anführers *baculus stultorum* hiess. Sehr reichliche Auskunft über das Fest, doch ohne die Bezeichnung als *festum baculi*, findet man in der unerschöpflichen Fundgrube des Glossariums von du Cange s. v. Kalendae. In Châlons scheint die sehr kostspielige Ausrichtung des Festes zu den Obliegenheiten des jüngst eingeführten Domherrn gehört zu haben, und nach der Schilderung der dabei gewöhnlich vorkommenden Unziemlichkeiten so wie des energischen Einschreitens gegen diese ganze Unsitte von kirchlicher Seite, ist es nicht zu verwundern, dass Guido aus seiner Festfeier, von deren glänzendem Verlauf er anfangs so befriedigt war, unangenehme Folgen erwuchsen.

Von Guido nun habe ich nach jenen Mittheilungen Abschied genommen, zum Theil wegen der Möglichkeit, dass die vom Grafen Riant beabsichtigte Ausgabe seiner Werke doch noch erscheinen werde. Da aber darüber nichts verlautet, liess es mir doch keine Ruhe, bis ich die Pariser Handschrift (Lat. 4998) kennen lernte, welche auf meinen Wunsch Hr. L. Delisle mit seiner nie vergebens in Anspruch genommenen Güte und Liberalität sofort an die hiesige Königliche Bibliothek übersandte. Gehofft hatte ich wohl, über den räthselhaften Schwanenritter oder über die im 16. Briefe angedeuteten Heldenthaten des Grafen von der Champagne etwas zu finden: das war vergeblich, aber nicht unergiebig war dagegen die Apologie, auf welche Guido schon in dem letzten, der alten Sammlung angehängten Briefe an seine Mutter hingewiesen hatte: auf ihren Wunsch

war sie geschrieben. Begreiflich war, dass seine Verwandten ihm Vorwürfe machten, weil er nicht nach höheren Würden und nach Vermehrung seines Besitzes strebte, aber überraschend war mir doch, dass nach den hier angeführten Angriffen seiner Gegner seine zurückgezogene und litterarischer Beschäftigung gewidmete Lebensart geradezu als unanständig für einen vornehmen und jugendlichen Kleriker bezeichnet wurde, und man sich dadurch zu dem unwürdigsten Verdacht wegen der Gründe, die ihn dazu veranlassten, berechtigt glaubte.

Jugendlich (juvenis)! aber wie alt war er denn? In seinem siebenten Jahr ist er von seinem Vaterbruder, dem Bischof Haimo von Châlons, aber, wie es scheint, bevor dieser im Jahre 1151 Bischof wurde, seiner Mutter entführt,[1] sorgfältig erzogen, und dann vom Bischof, der schon 1153 starb, zum Geistlichen geschoren. Er muss also sicher vor 1146 geboren sein; sein Geschichtswerk aber reicht bis 1199. Nach Abschluss desselben kann er, der etwa 60 Jahre alt war, nicht mehr als *juvenis* bezeichnet sein, besonders nicht mit der Begründung, dass diese Beschäftigung nur für ein höheres Alter passend sei. Schon 1203 ist Guido gestorben.

Hieraus müssen wir also schliessen, dass die Apologie, welche auch ganz augenscheinlich vor dem Kreuzzug des Verfassers geschrieben wurde, viel älter ist, und nur nachträglich mit dem Geschichtswerk in Verbindung gebracht, ohne sie zu überarbeiten, was immerhin beweisen kann, dass er zu den darin ausgesprochenen Ansichten und Behauptungen, zu den heftigen Angriffen gegen den Klerus seiner Zeit, sich auch noch in seinen letzten Lebensjahren bekannte.

Mit dieser Annahme einer früheren Entstehung der Apologie stimmt nun auch die Überschrift überein: 'Incipit prologus in libro apologie contra malignos. Liber primus', wozu ebenfalls mit rother Farbe, aber von etwas verschiedener Hand, nach 'apologie' zugesetzt ist: 'vel cronosgraphie, id est excerpta vel adbreviationes diversarum hystoriarum.' was zu diesem Theil noch gar nicht passt.

Es scheint sogar, dass er, als er diese Apologie schrieb, noch gar keine Prälatur hatte, und dadurch werden wir in die Zeit jenes 25. Briefes geführt, welcher in der Bitterkeit seiner Stimmung gegen den Bischof und den Klerus von Châlons vollständig im Einklang mit dieser Schrift ist. Doch hat er sich allerdings um eine Prälatur bemüht und sie auch erhalten.

[1] S. Neues Archiv d. Gesellschaft für ältere deutsche Gesch. XVI, S. 70. — Über des Bischofs, aus den Werken des Ivo geschöpfte Canonensammlung in 10 Büchern s. Valentin Rose in seiner Beschreibung der Meerman-Handschriften (Berlin 1892) S. 205—212.

Somit ist jene Schwierigkeit nun gelöst; es bleibt aber sehr auffallend, dass er nicht etwa sagt, er habe sich von der Weltlust mit den Jahren zu einer ernsteren Richtung gewandt, sondern vielmehr, er habe seit dem ersten Momente ernstlicher Besinnung diese Richtung eingeschlagen und unverbrüchlich festgehalten, während man doch in Châlons seine Vergangenheit kannte, und überdiess die von ihm selbst veröffentlichte Sammlung seiner Briefe die möglichst authentische Kunde von seiner früher sehr lebhaften Weltlust gab. Ich habe deshalb einen Augenblick gezweifelt ob diese Briefe wirklich die von ihm herausgegebenen sind, allein ihre so sehr sorgfältig ausgearbeitete Form erlaubt doch keine ernstlichen Zweifel daran, dass sie für die Öffentlichkeit bestimmt waren. Später als die Apologie ist allerdings die Veröffentlichung anzusetzen, wenn die Kreuzzugsbriefe von Anfang an dazu gehörten. Dagegen hatte er schon damals 'opuscula' ausgegeben, auf welche er sich beruft. Ich lasse also jetzt den Anfang folgen, welcher sogleich den Wortschwall erkennen lässt, der leider meistens so wenig Inhalt umhüllt, und die kindische Freude an der Wiederholung gleichklingender Worte und Wendungen. Gerne zeigt er auch seine Belesenheit durch Anführung dichterischer Stellen, in denen Vergil, Horaz, Ovid, Seneca leicht zu erkennen sind; andere, zum Theil wenigstens mittelalterlicher Herkunft, habe ich nicht aufspüren können. Gerichtet ist die Apologie unzweifelhaft an das Domcapitel von Châlons, wobei es nur auffallend ist, dass er von der Unmöglichkeit spricht, persönlich und mündlich mit ihnen zu verhandeln. Als seine Ankläger bezeichnet er den jüngeren und vornehmen Theil der Domherren; schon vor langer Zeit ist er aufgefordert worden, sich zu verantworten, hat es aber verschmäht, hauptsächlich um seine Widersacher zu schonen. Aber diese Schonung verdienen sie nicht, sie wollen es anders haben und so mögen sie denn nun erhalten, was ihnen zukommt.

Der Anfang lautet:

(f. 75) »Sepe, karissimi michi fratres et domini reverentissimi, vestra sinceritas pro multa dilectione cum multa diligentia me rogavit, ut quasdam maculas detractionis objectas meis moribus et auribus vestris injectas, quam digna possem et nossem excusatione delerem, et studerem hoc agere verbis, aut propria in presentiarum voce prolatis, vel mandatis aliena per ora, sive litterarum officio commendatis. Quia vero nec mutuos conspectus offerre nec conferre sermonem ad invicem licet, et quia scriptura propria michi videtur aliena voce fidelior, et ad intimandum plura potentior advocatus, placuit magis quam legato dicenda committere, mittere quod legatur. Quod autem huic petitioni vestre, quam secundum Deum emulatio parere videbatur,

parere tam diu distuli, penam ultro subire pro culpa veniam, nisi me veniam meruisse claruerit ex subjectis. Nichil enim eorum, que solent vel precibus aditum exauditionis vel petitionibus gratiam impetrationis vel jussionibus effectum executionis auferre, dilectionis vestre vota differre me fecit. Non hoc commisit negligentia, non desidia persuasit, non coegit impossibilitas, non precepit indignatio, que precipue consuevit hoc agere, quotiens audet improbo fatigare latratu detrahentium vilitas immunis conscientie dignitatem. Revera nec hoc nec aliud, quod caritas vestra me velit prosequi, michi fas exequi negligenter, quia quid amicis non debeam facere, qui benefacere teneor etiam inimicis? aut cum precipiar odientes me diligere, quomodo negligere potero diligentes? Si enim, immo quia sic estis a me dilecti, sicut ego dilectus a vobis, negligens et diligens vos esse non possum, quia negligere et diligere immediata sunt. Sed nec in me fuit nec obfuit culpa desidie, cum legerim quod ociositas inimica sit anime, cum sciam etiam dicentis assertione poete,[1] quod

Taliter ignavum corrumpunt ocia corpus,
Ut capiunt vicium, ni moveantur, aque.

De impossibilitate vero dicere plura superfluum, cum ex nonnullis lectis et non neglectis meorum opusculis studiorum experientia frequens apud vos me habeat excusatum. Licet enim quidam meorum genere claros, alii sciolos esse se jactitent emulorum, ut sapientis ore respondeam, est michi cor sicut et illis, nec inferior eis sum, et ut vere et verecunde cum verecundo dicamus

nec nos animi nec stirpis egemus.

Nec exultent igitur nec insultent, quasi non potuerim respondere, cum velle michi pene sit posse, quod ubi voluntas aderit, et erit in proximo, liquido poterit apparere. Sic nec in culpa, quia nec in causa fuit indignatio, quamvis digna super indignis, quod scilicet male se et alios, sed aliter et aliter metiantur, male de se et de aliis, sed dissimiliter metiantur, quod audiantur et audeant derogare, piis perfidi, mansuetis sediciosi, maliciosi benignis, humilibus elati, simplicibus iniqui, dissoluti continentibus, prudentibus indiscreti. Ceci videntes se volunt videri, mores trutinant indisciplinati, judicant artes artium imperiti, quod de benefacientibus maledicant, quod ad nichil aliud vacant, et improbitate canina, cum mordere non possint, latrare non cessant.

Quid igitur respondere me vobis tanto tempore et tantopere non permisit? Misit in hoc propositum simplicitas animum meum, sed que non odium sed amorem, non offensam sed gratiam, benivolentiam

[1] Ovid. I Ex Ponto V, 5, mit »Cernis ut« und folgendem Conjunctiv.

mereri debuit, non furorem. Est enim (non illa) simplicitas que stoliditas debet appellari, sed ista

simplicitas digna favore fuit.

Nam quod simplicitas fecit, patientia suggessit, benignitas consuluit, probitas approbavit, scilicet ut quasi Scilleos latratus surdis auribus, et aspectus Gorgonis pestilentes, ne perirem, clausis oculis preterirem, sustinerem, et tacerem, et sic malum in bono vincerem, ne redderem retribuentibus michi mala, et deciderem ab inimicis meis inanis.[1] sed patientia fatigarem, benignitate placarem, exemplo probitatis improbos emendarem. Sed ecce quia pro eo ut me diligerent, detrahunt michi et ponunt adversum me mala pro bonis et odium pro dilectione mea, quia patientia nondum vicit maliciam, benignitatem persequitur adhuc iniquitas, radios exemplorum probitatis cecitas invidie non admittit, jam nunc agendum cum illis (Col. 2) aliter, aliis est michi consiliis innitendum et enitendum, ut priusquam

sero medicina paretur,
Cum mala per longas invaluere[2] moras[3],

accusantium me spiculis toxicatis clipeum excusationis opponam et fatigatis auribus detrahentium michi garrulitate scurrili, defensoria protinus oratione succurram. Etenim pro quibus contra me dentes invidentium et ungues detrahentium incitavi, diligi forte quis alius debuerat et laudari, nisi quod hodie que meliora sunt habentur odio, recta calcantur et iniquitas est erecta, quodque Cenomannensem illum episcopum, de vere philosophis unum et auctoritatis precipue virum, dixisse recolo, virtus est oneri, crimen honori.«

So geht es noch länger fort. Dazu, sagt er, könne er nun nicht länger schweigen, denn:

Garrulitas fame non sic contempnitur a me,
Quod prius ora canum rear esse retundere vanum.
Quod me ledentes patiar concurrere dentes,
Et de me dici quecunque volunt inimici.

Dreierlei sei es, was man ihm vorwerfe:

»Super tribus igitur me reprehendentes quasi dentes ternos imprimunt michi, tamquam ternas exerunt linguas, et terno sibilant ore serpentes, in silentio me mordentes.

Horum trium que malitiose componunt adversum me, primum opponunt et imponunt michi, quod ab adolescentie primordiis et Pitagorici callis a bivio, duabus viis terram ingressus sim sub sacre pagine

[1] Ps. 7, 5.
[2] invaluerunt Hs.
[3] Ovidii Rem. Am. 91.

maledicto.[1] quia cum intus perversa sit michi conversatio. non sic sed aliter et taliter eam foris exhibeam. quod arrogato michi candore simplicitatis et usurpata specie discipline, par eis appaream parieti dealbato.

Obiciunt michi secundo detractores mei, quod animi languore depressum et inercie compedibus aggravatum, fortuna pedibus suis posuerit me scabellum, unde nec audeam nec valeam, immo nec debeam ad alicujus eminentie pervenire seu promotionis ascensum.

Tercius horum reprehensionis est locus in eo, quod quasi neglecta cura rei familiaris et ocii dulcedine secularis abjecta, me dicunt inaniter colere studia litterarum, vacare lectionibus, meditationibus intendere scripturarum.«

Das sind also die Beschuldigungen. Er stelle sich äusserlich fromm, sei es aber nicht, vielmehr inwendig und im Verborgenen ganz anders; er versäume aus Trägheit jedes Streben nach höheren Würden; er kümmere sich nicht um sein Vermögen und um weltliches Vergnügen, sondern beschäftige sich unnützer Weise mit den Wissenschaften, mit dem Lesen und dem Nachdenken über die heiligen Schriften, das schicke sich nur für ein reiferes Alter und niederen Stand und müsse auf des Lebens Ende verschoben werden. Er aber ist noch jung und von vornehmer Abkunft.

Hier nun werden als die Ankläger offen die jungen und vornehmen Kleriker genannt, empört darüber, dass er ihre Vergnügungen nicht theilen will und sie geringschätzt oder ganz verwirft. Mit grosser Lebendigkeit und Anschaulichkeit werden sie redend eingeführt, und es wundert uns nur zu sehen, dass diese Vergnügungen mit ihrem weltlichen Glanze genau dieselben sind, welche in seinen Briefen mit grossem Wohlgefallen geschildert werden.

Die Worte lauten:

»Objectio prima dirigit contra me triplicem cuneum, et tamquam ex uno gutture temptat inficere veneno triplici nomen meum. Quid est, inquiunt de me ferme locis in mille, quod ille diversum a nobis tamquam adversum nos inter nos iter incedit, quod a conventiculis, spectaculis atque ludis nostris abesse sustinet, et abstinet se nostris a consortiis, viis et conviviis, tamquam a viciis et inmundiciis, publicanis nos comparat et separat se a nobis, a se nos amputat et quasi nullius reputat esse momenti? Juvenis est, nobilis est. Quid ergo est, quod cum soleant et debeant similia gaudere similibus, contraria diligit, et negligit quod exigit nobilitas et juventus. Nam cum sit juventutis amare leticiam, nobilitatis amplecti gloriam, hic contra

[1] Vergl. Eccli. 3, 28.

dignitatem generis et quam gerit etatem, inhertis sensus et animi tepidioris existens, aliorum more postposito, proposito vite maturioris insistit, quod humili fortune servire decuerat, et debuerat extremo tempori reservari. Profecto non est procul a ficto quod agit, sed contra debitum officii sui generis et etatis, asperitatem ardui et inconsueti callis elegit, in suggillationem nostre consuetudinis et leticie juvenilis, in prejudicium clericorum eorum, quibus privilegium clarioris ortus aut probitatis indulget degustare calicem aureum glorie secularis.

Revera sic est, affirmat alius, sed alia est causa. Nam velut oculis insipientium vice prestigiatoris illudit, inhonestis actibus honestatis speciem superducit, ut per hoc suspitione facta de medio, quantum libeat ei tantum liceat illicita perpetrare, tanto faciat execratius, quanto secretius, et tanto securius currat effrenis, et non refrenare se curet. Sic in flore spina, vermis in fructu: latet anguis in herba.[1] Non est in foribus ille qui foris est; sed est phariseus in publico, publicanus in domo, et sub usurpato spolio leonis asinum vivit (fol 35^{b}). Terciam ypochrisis speciem tercius adicit, et obicit michi dicens: Licet hec ita sint, et aliquatenus sub picturata pelle fel amaritudinis et iniquitatis aculeum occultantis intraveritis antra serpentis, necdum tamen interiores eius latebras attigistis, ubi cubile draconis propter latentis cupiditatis ardorem, et propter simulatum mentite mentis ad superiora volatum, sunt pascua structionis.[2] Cum enim avaricia sit non solum pecunie, sed inanis etiam glorie, similibus illi competens, sed non appetendus hiis quos simulat appetitus, hic suggerente dracone cupiditatis interius exterius speciem exhibet structionis, dum cujus non habet usum, usurpat instrumentum: disciplinatus non esse cupiens sed videri, ut per hoc vel beneficii gaudium altioris attingat, vel retributionem transitorie laudis acquirat.

Sic adversarii mei me versant et reversant ad libitum suum: nunc hac, nunc illac, nunc deintus foras, nunc deforis intus impingunt, et confingunt nunc hoc, nunc aliud, et quasi monstrum esse demonstrant, compositum ex figuris animalium diversorum. Ita vero mala malis exaggerant, et accumulant in me peccata peccatis, tanquam objecti criminis non unius vel alterius, vel utriusque pondere satis me premerent, si non opprimerent additamento tercie speciei, cum quelibet earum quemlibet honoratum virtutibus gravare sufficiat et efficiat nimium honeratum.

Ad vos igitur qui criminis hujus in me pondus impingitis et vultus me depingitis in quos vultis, ad vos inquam retorquere stilum et querere libet a vobis, utrum hec opinando vel asserendo dicatis. Vestra quippe non satis moveor opinione.«

[1] Verg. Ecl. III, 93.

[2] Es. 34, 13: et erit cubile draconum et pascua struthionum.

Darauf folgen dann lange Betrachtungen über die verschiedenen Arten von Verleumdungen und Verleumdern, mit Beispielen aus dem Alten Testament, ohne irgend eine persönliche Beziehung.

Im zweiten Buch wendet Guido sich gegen die ihm gemachten Vorwürfe. Die drei Angriffsmaschinen hofft er siegreich zu bekämpfen »testibus numero meritoque prestantibus et majoribus«, dann heisst es weiter (fol. 36[b]): »Primum igitur ei machine prioris assultui, qui me frequenti jaculatione fatigat, quod scilicet in cleri junioris seu nobilioris invidiam iter incedam illi contrarium, et disciplinate viventium numero specietenus et simulator accedam, oppono tale defensionis obstaculum, et ita manum ministram excisionis et flamme devorantis impono, quod in hoc etiam gratiam merear, non offensam, nec minus honestis placeam quam displiceam inhonestis, si virtuosus apparere studeam, ut ad meliorem vitam invitem alios, et ignavos emendare cupiam virtutis exemplo.

Primus est modus de tribus iste premissis, quibus predictas machinas dissipare promisi. Secundus autem, quamvis priore forte pareat inferior, secunde tamen machine potenter obviat, obicienti michi, quod a licitis ideirco me restringam in publico, quo magis illicite vivere liceat in occulto. Scitur enim pro certo, quod laudi proximum et procul est a vituperio, boni alicujus partem tenere, si totum obtinere non possim, si rem honestatis habere non licet, saltem speciem exhibere, et siquid de me sciri non convenit, scire facere hoc nesciri.

Tercius vero modus tercie ruinam machine valida congressione molitur, que reprehensionis crebra pulsatione me concutit, quod ut assequi valeam fugitivam laudis seu vite transitorie dignitatem, non esse dignus intendam, sed videri, et debita proborum meritis sub specie probitatis adipisci cupiam, non mereri. Nam certum est quod aura momentanea favoralis applausus non nisi seculi labentis amatoribus blandiatur, et quod hujus temporis divitie vel honores non nisi ab illis conferantur, et illis, qui vie vestigia melioris amore fugiunt et odiis insectantur.«

Es würde also die höchste Thorheit sein, auf diesem Wege Beförderung zu suchen, und so einfältig sei er nicht. Und dieses Thema gibt ihm dann Anlass zu einer weiteren Ausführung:

»Quod cum ita sit, non sum ego quamvis minus sapiens adeo rationis inops et animo destitutus, quod propter hoc velim usurpare speciem vite laudabilis, ut laudem habeam ab hiis, qui reprobos reprobare contendunt[1], et gratiam apud illos, quibus honestas gravis

[1] Das Wort kann schwerlich richtig sein, vielleicht: contempnunt, oder vorher probos.

est etiam ad videndum. Si enim ad gaudia temporalium per hoc et per hos promoveri me crederem, per quod et per quos non dubium est, mecum longe me meliores, et quanto meliores tanto longius, ab hujusmodi removeri, nimirum esset extreme genus amentie, cum minime lateat sed late pateat, quod amare suos mundi sit, odisse non suos, et non aliter quam repugnare sibi similia, dissimilia convenire. Prohpudor quam jactanter hoc intonat e sublimi rote volubilis[1], odibilis Deo vite successus ad votum, cum ejus flore vernantes et irrigati medulla, dissoluti timoratos, ventricole studiosos, pecuniosi liberales, denique criminibus honerati meritis honoratos, gravi supercilio premunt. Prohdolor quam evidenter probat hoc contempta probitas in probabilibus viris, tam in vere nobilibus abjecta pariter et subjecta (Col. 2) privati status augustiis dulcissima benignitas animi liberalis! quam invidia judicante dampnata tenebris humilioris fortune, sapientie claritas in venerabilibus disciplinis seu disciplinarum discipulis et magistris!

Nec tamen hec ea re dixerim, quod intendam tales homines hiis allegationibus excusare, vel quod non sint ejusmodi nunc temporis insinuare contendam. Constat quippe fore nonnullos qui spe questus speciem honestatis assumunt, et esse quod non sunt, vel quod sunt non esse simulant, ut per hoc aliquod emolumentum temporale conquirant. Et plerumque labor eorum non est sine fructu, sed quod affectu secuntur, consecuntur effectu. Sed hoc non meretur inter contingentia computari, quia vix in diebus istis et pene penitus si contingit, rerum paucis exceptis potestate permissa talibus, qui nomen honestatis abhominantur et opus, speciem execrantur et genus. Sed temeritatis est nimium manifeste et contra Deum, non pro Deo, sed pro eo quod adeo est difficile quod fere impossibile est ut contingat, et si forte contigerit contingere diu non poterit, sed erit quasi non fuerit: propter hoc inquam pondus quamvis inane, gravissimum tamen, quo subdola mens et intentio miseros versuta fatigat[2], et quam honeste simulatio vite requirit angariam sustinere. Unde satis elucet, non his qui me accusant de quibus ignorant, sed hiis qui me noverunt a primis infantie rudimentis, tante vanitati sive stultitie non esse subjectum, et eos qui predicti notam michi nituntur inferre criminis, procul a vero sua liquet opinione transferri.«

Hiernach wäre es also früher wohl möglich gewesen, durch solche Heuchelei Pfründen zu erlangen, und ist auch geschehen. Jetzt aber würde es durchaus zwecklos sein, weil die Bischöfe auch nicht ein-

[1] Nämlich des häufig erwähnten und abgebildeten Glücksrades.
[2] Ein Halbvers.

mal mehr den Schein sich geben, als ob sie Verdienst und Tugend irgend in Anschlag brächten. Zunächst muss das natürlich auf die Bischöfe von Châlons gehen, und da stimmt es allerdings vortrefflich zu dem Inhalt des Briefes über den bei dem Tode des Archidiaconus entbrannten Streit und die offen auftretende Willkür, gegen welche Guido bei dem Erzbischof von Reims Schutz gesucht hatte.

Nachdem also Guido diese ihm fälschlich angedichteten Motive zurückgewiesen hat, wendet er sich den wirklichen Gründen zu, wobei wir denn wieder auf die unvermeidliche Dreitheilung und eine grosse Weitschweifigkeit stossen. Die drei Ursachen sind Geburt, Erziehung und Gottesfurcht: zunächst die angeborene Anlage durch die Abstammung aus einem vornehmen und gottesfürchtigen Geschlecht, welche dann durch eine entsprechende Erziehung ausgebildet ist.

Er sagt also:

»Nunc ergo, quia satis rationabiliter est ostensum, quod non hiis de causis quas affirmant adversarii mei, maturioris vite vias elegerim, cur hoc egerim et adhuc proposito me conversationis hujus astringam, non minus veraci quam veri simili nosse volentibus assertione perstringam. Tres sunt enim cause, que maritaverunt hanc animo meo voluntatem et indissolubili federe conjunxerunt ab ipsis puerilibus annis, videlicet jus nature, jus nutriture, et timor Dei.

Nam cum a natura sua recedere vix possit aliquis, etiam cum ad inhonesta vel inutilia declinare compellit, non est ambiguum quin oporteat eam sequi, cum ad utilia vel honesta deducit. Et quia luce non eget, salvo tamen privilegio temperantie, dixerim quod parentes et antecessores mei pro majori parte non minus semper extiterunt vite venerabilis honorati, virtutibus et dotibus honestatis ornati, quam genere spectabiles et eminentie potentia secularis illustres. Nimirum[1], si talia talium vestigia tenere studeam et exempla pro modulo meo cupiam imitari. Verum nutritura que et ipsa dici potest secunda natura, cum tantam vim habeat quod sepe naturam mutare soleat, et nature vices in plerisque rebus exerceat, non parum in hoc naturam adjuvit, sed me per venerabilium instituta doctorum, ad quod natura mei me generis invitabat, aptavit. Et quoniam, cum ad bene agendum natura pariter et nutritura conveniunt, ilico gratiam superne pietatis inveniunt, timor Dei tercia causa duabus accessit, per quem quod natura conceperat agere, quale concessit omnium bonorum largitor incrementi robur accepit. Igitur natura preparavit affectum, nutritura ministravit effectum, timor Dei perducet cum Deo ad perfectum.«

[1] D. h. 'Non mirum' oder 'Nec mirum', wie auch unten S. 406.

Das wird nun weiter ausgeführt, zuerst durch allgemeine Betrachtungen, dann durch Beispiele, vom Patriarchen Joseph, von Romulus, Cyrus, und andererseits von Achaz und Jezabel, Theoderich dem Ostgothen und Brunechildis. Von da geht er zu der 'nutritura' über, wo er als Beispiele Ezechias und Josias, den Wandalenkönig Hilderich, den Westgothen Herminigild, und Clodoveus anführt, andererseits aber Roboam, Pippin von Aquitanien, wie in seinem Geschichtswerk, nach der aus Regino ad a. 853 entnommenen Fabel, und Karls des Kahlen Sohn Karlomann. Darüber heisst es fol. 37, Col. 2:

»Sed et filius imperatoris Ludovici Pii Pipinus Aquitanie rex, cum adhuc evo tener patris e manibus cupientis cum officio discipline clericalis aptare, quia prestare ceteris vultus elegantia videbatur, per Lotharium fratrem suum fuisset abstractus, pravis monitoribus usus et sodalitio perversorum multorum magis viciorum servus effectus est, quam dominus populorum. Nam ebrietati luxurieque deserviens corruit in amentiam et per mentium corruptores regnum pariter amisit et vitam. Filiorum quoque tercius regis et imperatoris calvi Karoli, Karlomannus, cum officii freno clericalis abjecto, quod impositum ei fuerat ad insolentiam reprimendam morum et etatis ipsius, per impia colloquia sive consortia perditorum de generoso degener factus de sacris ad sacrilegia prorupisset, eo quod indelebilem regio nomini maculam irrogaret, et inrevocabili temeritatis impetu ferretur in preceps, paterne justicie severitatem in tantam iracundiam concitavit, quod eum pater suus captum, capitis luminibus, regni luminibus, et sue privilegio pietatis omnino privavit.«

Dieser Einfluss der Erziehung macht sich aber nicht allein bei den Menschen geltend, sondern sogar bei den unverständigen Thieren, und dafür bezieht sich Guido auf eine Geschichte aus dem bekannten Volksbuch von Salomon und Marculf; am Rande steht: 'De Salomone rege et Abdemone Tyrio, qui Marculphus vulgariter appellatur.' Der Text lautet:

»Hiis liquet exemplis, in moribus instituendis natura quid juris habeat, nutritura quid possit, nec tantum in rationali, sed in ratione carenti vim habet eandem et dominium animali, quod memoriali precipue declaratur illo de multis, que de sapientissimo Salomone celebrantur ore multorum, et quodam cum eo sofistice confligente.

Nam cum Salomon nutriture preferre naturam intenderet, et ille contenderet econverso nature preferens nutrituram, promisit quod verba regis rebus obtunderet, et ostenderet quod proponebat magis opere quam sermone. Dicebat enim habere se domi murilegum ad vocem jubentis et honorem bibentis erecto corpore super pedes extremos lumen elevare prioribus institutum; propter quod invitatus a rege

venit ad cenam, sedit ad mensam, animal suum collocavit, aptavit ut cum juberetur, et biberetur, novum spectaculi genus prestaret: staret super pedes inferiores et lumen superioribus elevaret. Ad hoc provida regis sollercia preparaverat in absconso murem vivum, et educto de latibulo vestimenti fugiendi copiam dedit. Quo viso murilegus, abrenuntians legibus preceptoris et in naturalia jura concedens, abjecto ministerio fugientem assequi preparavit. Nimirum[1] igitur si parentes et doctores meos, etsi non valeam assequi, sequi velim et nitar post eos, quamvis non passibus equis, pro viribus tamen meis.

Hec excusatio non tantum hiis apud quos excusatum esse me cupio, sed etiam accusatoribus meis sufficere potuisset, si non interminabilis odii, quod inter dissimilia regnat, inexorabilis improbitas impediret. Sed quamvis non sufficiat inimicis, si sufficere potest amicis, sufficit michi, et si excusationem meam non recipiunt qui mala libenter audiunt, dicunt et credunt, bona vero credere, dicere vel audire vix possunt, michi pro minimo est, dum receptabilis videatur hiis, qui vel bonis assentire vel malis non nisi preeunte judicio discretionis seu rationis consilio didicerunt.«

Auf einige weitere Reden allgemeiner Art folgt (fol. 37[b]) der Schluss des zweiten Buches, weil der Kummer über die Verderbtheit der ganzen Welt und aller Stände den Verfasser so sehr übermannt, dass er nicht weiter fortfahren kann.

»Numquid enim deteriora de melioribus hodie non triumphant? numquid noctis aves in lucem prodire non audent? criminum manus infecta manifeste non sevit? revelata facie facinora non incedunt[2]? non ambulant agmina viciorum extento collo et nutibus oculorum? Quid est hodie liberalitas nisi scurrilitas? quid humilitas nisi vilitas? Nobilitas jacet, ignobilitas gloriatur, dominatur pecunia, scientia contempnitur, littera occidit, non palea sed medulla. Marcet temperantia, floret improbitas; probitas est obprobrium et abjectio plebis. Super quo michi vocis iter interrumpens nimius dolor et ex oculis fletuum fluctus erumpens presens negotium hic intermittere me compellit, et secundum terminare libellum suscepte defensionis detractionis et invidie contra bellum.«

Das dritte Buch hat die Ueberschrift: »De tribus speciebus in duobus generibus hominum, scilicet de secularium et ecclesiasticorum inferioribus, mediocribus et superioribus liber Tercius.« Es beginnt mit allgemeinen Phrasen über die Verworfenheit der Menschen; über die superiores heisst es:

[1] Vergl. oben S. 404.
[2] incendunt Hs.

»Qui sunt, qui de proborum remotione non gaudeant et promotione pravorum? qui non adulatoribus arrideant et mores irrideant honestorum? quos de pauperum spoliis honerare[1] colla pudeat histrionum? qui de suspiriis[2] subditorum vel animo vel ventre non tumeant, aut timeant implere calices aureos de lacrimis miserorum? Hinc eis inebriantur indumenta diversicolore tinctura, hinc eis colla coronant peregrini muris exuvie, de auro textis marginibus exeuntes; hinc eis superbum spirat ardua cervice sonipes sub artificialibus aperturis in purpureis operturis, rutilat aureum jubar in clipeis, gemmarum fulgurat ardor in galeis, infula serpit in lanceis holoserico[3] flore pictis.«

Von den Laien wendet er sich nun zu der Geistlichkeit, welche mit einem gewaltigen Redestrom, und ohne dass, abgesehen von einigen frommen und fleissigen Scholaren, irgend eine Ausnahme gemacht würde, der äussersten Versunkenheit, ja Nichtswürdigkeit beschuldigt wird. Die Vornehmen werden in jungen Jahren zu hohen Würden befördert, was an seinen Brief an seinen Neffen Rainaud, einen ganz jugendlichen Archidiakonus erinnert, dem er ernstliche Ermahnungen sendet. Niemand verlangt von ihnen Gelehrsamkeit oder Zucht, man erkennt ihr Anrecht an, und auch Guido will es gelten lassen. Umsomehr wendet er sich nun aber mit voller Wucht gegen die Kleriker von niedriger Abkunft, mit einer Erbitterung die an Thegan erinnert. An Hochmuth und Üppigkeit thuen sie es allen zuvor, während nichts Gutes an ihnen ist; vorzüglich wird auch ihr anstössiges und andachtloses Benehmen in der Kirche gerügt, welches den Laien zum Ärgerniss gereicht. Eine solche Philippica hatte ich von Guido nach der Bekanntschaft mit seinen Briefen nicht erwartet; merkwürdig ist nur dabei besonders, dass von den reformatorischen Bestrebungen, von denen doch das elfte und zwölfte Jahrhundert erfüllt sind, nirgends die Rede ist, und wir müssen wohl daraus schliessen, dass ihre Einwirkung nicht so weit sich erstreckt hat, wie man leicht geneigt ist anzunehmen, weil die Schriftsteller fast alle der Reformpartei angehören. Die Wahrheit des Bildes wird man kaum bestreiten können, wenn auch die Farben sehr dunkel aufgetragen sind, und man begreift danach leicht den ingrimmigen Hass gegen den Klerus, der bei manchen Gelegenheiten zum Vorschein kommt. Auf jeden Fall ist die Schilderung sehr merkwürdig und ich theile sie deshalb hier vollständig mit. Abgesehen von den Schlechtigkeiten, die ihnen schuldgegeben werden, ist die Darstellung

[1] D. i. onerare. 'honorare' Hs.
[2] suspinis Hs.
[3] holoserica Hs.

ihres äusserlichen Auftretens eine solche, welche von der gewöhnlichen Vorstellung eines, auch mittelalterlichen Domherrn ganz abweicht. Männer, heisst es da, die ihrer Abkunft nach den Pflug führen sollten, werden durch die Pfründe zu unerträglichem Hochmuth verführt. Sie erscheinen in seidenen und purpurnen Gewändern, auf schön geschmückten Pferden mit goldenen Zügeln, in bunt gestickten Reithosen (pictis ocreis), mit goldglänzenden Sporen und aller Pracht, wodurch sie die Laien noch zu überbieten suchen. Ihr ganzes Streben ist nicht auf einen frommen Wandel und gute Werke gerichtet, sondern auf Erwerbung neuer Besitzungen, auf Geldgewinn, auf Rache für erlittene Beleidigungen und Kränkung Anderer, auf schön ausgemalte Gemächer, gewürzte Speisen und Getränke. Da hört man Musik aller Art, da treten Gaukler auf und reizen zum Lachen, Spassmacher und Schauspieler machen ihre Künste, viel mehr als die von Horaz genannten. Da stürmen auf die Seelen alle Laster ein, die Trunkenheit, die Fressgier, die Wollust, Betrug, Zorn, Raub, Meineid, Zank und Schmähungen, und niemand gedenkt der Nothleidenden auf der Gasse. Den Laien bieten sie das grösste Ärgerniss, wenn sie stutzerhaft gekleidet, mit gebrantem und gekräuseltem Haar am Altar erscheinen; wenn sie mit geknickten tänzelnden Schritten die Kirche betreten und mit ihren Schleppkleidern den Staub aufwirbeln. Während die Laien knieend beten, häufig Thränen vergiessen und an ihre Brust schlagen, schwatzen und lachen sie mit einander, zanken sich, reden von ihren Geschäften und machen das Haus des Herrn zum Kaufhaus. Sie denken nicht an Gott, den sie mit dem Munde preisen, sondern ihre Gedanken weilen beim Tanze: sie disputiren nicht über Gottes Wort, sondern über die Güte des Weines. Merkwürdig nur, dass, abgesehen von einigen Andeutungen das weibliche Geschlecht gar nicht erwähnt wird, obgleich es in anderen Schilderungen der Art sehr im Vordergrund steht.

Doch wir lassen jetzt die Worte selbst folgen:

»Nunc ad alterius generis primam speciem inspiciendam oculum et articulum imprimamus, ad eos scilicet, qui in humili statu degentes a numero laicali clericali vel ecclesiastico aliquo caractere discernuntur. Talium igitur cum quidam acephali turmeque vagantes, plerique sint ecclesiis servientes, non nulli scolaris milicie castra sequentes, si de scolaribus tantum modo paucos excipias, qui sunt vel ubi sunt inter omnes alios, quorum ordini vita non deroget? quorum professioni non repugnet intentio, quorum non irreverenter quod habitus indicat actio contradicat? Nempe talium tam illi, qui similes navibus rectore carentibus et nubibus vento quolibet agitatis, huc illucque discurrunt, quam plebeji sacerdotes et qui per agros gregem simplicium pascere

susceperunt. quid intactum appetitus mundani lucri turpis et illiciti mercimonii pretermittunt? Honestis studiis, debitis officiis exerciciisque virtutum pre nimio vanitatis seu cupiditatis ardore contemptis, vel ad turpes usus, lusus et luxus, vel ad opera servilia et vilia negocia se convertunt; emunt ut carius vendant, improbum fenus exercent, cura est ut habeant habunde, sed unde, non curant, et adeo se seculi negociis et negotiationibus implicant, quod ipsi seculi negotiatores officia sua irreventer a clericis vel ecclesiasticis personis usurpata deplorant.

Quid de clericis est dicendum, cum et hii qui se proposito religionis artiore constrinxerant, hii pro quibus jam voce doloris utendum est, monachi videlicet et conversi, vere conversi retrorsum ad secularia repagulo claustrali laxato, undecumque raptis occasionibus et ruptis volvantur habenis?[1] Que vie, que sepes, platee, compita, pontes, porticus, maria, flumina, fora, conventus, colloquia, concilia, consistoria, tribunalia, sine ipsis? cum quibus non contrahunt et litigant, et qui non cum ipsis? de quibus ipsi non conqueruntur et qui non de ipsis? Ubi tunc mundi contemptus, exemplum patientie, remissio cordis? ubi de prebenda maxilla altera preceptum (fol. 38) evangelice veritatis et apostoli vox dicentis:[2] Unde lites et contentiones in vobis et quare non magis fraudem patimini?

Sed adhuc ad[3] secundi generis speciem alteram et secundam accedendi jam tempus arbitror, ad illos scilicet clericorum, qui inter inferiores et superiores medium optinent locum, et in majoribus ecclesiis constituti, quia ad[4] concessum a Deo debitum obsequium in facie[5] seculi populique frequentia liberius et sollempnius exequendum, quamdam mundo cognitam et quasi cognatam viam vite regularis incedunt, inter eos qui regulariter vivunt, denominari specialiter a regula meruerunt. Ubinam locorum poterunt inveniri tales in talibus, qui cum canonice vivere debeant, canonice vivant, qui non ab officio suo deficiant, qui quod dicuntur operibus esse se non contradicant? Negligentia siccavit in junioribus ingenii venam, perdidit in juvenilibus dissolutio disciplinam veritatis, in senibus cupiditatis extinxerunt tenebre claritatem.

Adhuc in puericia constituti, destituti fere totius cura doctrine, magis quam studiis ab ipsis initiis vitiis instruuntur et destruuntur in eis interna nature beneficia perverse maleficiis[6] nutriture. Audiunt citius et

[1] Ein Halbvers.
[2] Ep. Jacobi 4,1.
[3] Fehlt Hs.
[4] Fehlt Hs.
[5] Faciem Hs.
[6] Malificiis Hs.

libentius dicunt quod risum moveat, quam quod promoveat intellectum, plus revolvunt loculos quam libellos, magis tabulam quam tabellam, quam fortiter talos jubeant[1] quorum vim brachia nondum habent. Ad hec eos exemplis juvenes et suggestionibus pravis alliciunt. Seniores dissimulant vel applaudunt, et sic irruente spiritalium turbine tempestatum in domo promogeniti fratris extinguntur minores filii, dum patres quia filios non diligunt, negligunt offerre pro singulis holocaustum.

In juvenibus autem quantomagis fit processus etatis, vanitatis majorescit excessus: qui carnis illecebris exicialibus quasi male blandientium Syrenarum dulcedine capiuntur, et rapiuntur in multiplices dampnationis errores, quin potius ut vulgo dicitur, vadunt sponte, nec vada considerando nec pontes,

> Precipitesque ruunt: non tantus ab ethere grando,
> Nec de concussa tantum cadit ilice glandis[2].

Que bona non amittunt, que mala dimittunt, quid non committunt, quibus deferunt, quibus conferunt, quibus non auferunt, quibus non inferunt, immo non referunt mala pro bonis, odium pro dilectione, pro correptione contemptum? Obliterata sunt apud eos studia litterarum, meditari de sublimibus inter infimas res numeratur[3]: contemptu scientie labor facit philosophie mens dicata mendicum[4], vacant[5] auditores ineptiis, non exercitiis scripturarum, et a scolis ridendi redeunt similes magis histrionibus quam magistris. Habitus, gestus, incessus eorum non ad clericale spectat officium, sed officinam vite redolet laicalis; nichil eos intactum preterit luxus et lascivie secularis. Sed inter eos hiis fortasse parcendum estimat aliquis, et blandimenta secularium oblectationum tolerabilius posse concedi, quos eminere nobilitas facit aut probitas aliquo privilegio speciali. Esto! si excusatio suscipienda pro illis, mitius agatur cum illis, immo taceatur[6] de illis: quid de illis erit dicendum, qui genere viles, moribus viliores, nisi forent a turpi[7] conditione beneficio clericatus exempti, pedes eorum aratro, colla ponderibus, manus in cophino forte servirent, aut si fodere non valerent, mendicare non erubescerent? Hii namque sicut corruptionum exhalationes de profundis vallium emergentes, calcatis montium verticibus usque ad nubes ascendunt, sic ipsos quoque transcendunt excessibus omnimode vanitatis, qui in hujusmodi supportari

[1] Sic!
[2] Verg. Georg IV, 80, etwas verändert.
[3] Vom Corrector irrig in 'remuneratur' verändert.
[4] sic!
[5] vocant Hs.
[6] teceatur Hs.
[7] turbi Hs.

merentur aliquo generis aut mentis insigni, et ad indignationis cumulum de indignis, nec meliorum sorte contempti sunt, sed ea quoque fastidiunt, ad que nobiles vix aspirare audent, probos attingere non contingit. Super hiis iam dolor erumpat in vocem. Quid agis dedecus? pudor ubi es? quid dicis, ubicunque es? vere quia ubique es, nusquam es, et adeo totum mundum occupasti, quod omnium oculos excecasti. Vix est qui videat, vel quem pudenda videre pudeat, videlicet ignobiles et improbos nobilium et proborum debita meritis non mereri, sed procaciter adipisci: intolerandam eorum superbiam in sericis et purpureis indumentis, in faleratis equis, in frenis aureis, in pictis ocreis, in calcaribus auro micantibus, in habundantia deliciarum, in omni successu votorum et superfluitatis excessu, quo nituntur seculares etiam superare, relegato Dei timore, pudore jugulato, calcata reverentia discipline. Proh quanta vilitas in tanto culmine bonorum videre filios rusticorum, facie turpes, animo turpiores, presumptione (f. 38 col. 2) tumentes, discretione carentes, hebetes ingenio, scientie totius et probitatis expertes, non minus quam divitiis, vitiis affluentes. Talium exaltatio maxima, delectatio precipua est. Omnis intentio non in divinis obsequiis, non in scripturarum studiis, non in virtutum exercitiis, non in excessibus corrigendis, non in porrigendis elemosinis, non in operibus pietatis, sed in possessionibus acquirendis, pecuniis congregandis, vindicandis injuriis, contumeliis irrogandis, in cameratis picturatis, piperatis ferculis, poculis pigmentatis. Ibi concrepant organa, perstrepunt tympana, tinniunt cymbala, blandiuntur auribus cithara, lira, psalterium et sonitus omnis generis musicorum; risum movent joculatores, scurre garriunt, ligurriunt histriones, et hiis quos enumeravit Oratius[1] multo plures. Tunc castra ponuntur ad aleam, ordinatur obsidio, comportatur agger, arietes locantur in giro, militant adversus animam ebrietas, gula, luxuria, fraus ira, rapine, perjuria, rixe, convicia; vix est qui consideret inter ea, quod sic illis ludentibus aut edentibus strident dentibus nudipedes in platea:

> Quis tibi tunc, dives, miser inter pocula ludus,
> Cum tua rex regum mendicat ad ostia nudus?

Talibus intendunt et expendunt in talibus non parentum suorum, qui nichil aut parum poterunt eis relinquere, sed redditus et res ecclesie, de quibus multomagis conveniret indigentibus subvenire, Christi scilicet patrimonium, tam precioso precio comparatum, quod effusione proprii sanguinis acquisivit ipse manu fortis debellator adversarie potestatis in arcu crucis et gladio passionis.

[1] Hor. Serm. I, 2.

Porro quibus eloquar verbis eorum, non cultum dixerim, sed contemptum, non studium, sed tedium, non indulgentiam, sed negligentiam circa ecclesiam, intelligentiam scripturarum, discipline leges, instituta sanctorum? O quantas accendunt inimicis ecclesie flammas invidie, quam lata pascua dentibus aperiunt detractorum, quam graviter scandalizant animos laicorum, cum videant illos ecclesiam ingredientes pompatice fractis incessibus et ipsis pene scapulis gradientes trahere potius quam ferre vestes, pavimenta verrentes[1], non minus oneris quam honoris habentes, et in ora, quorum labia Dominus aperit ante signum gloriosum honorande crucis et oculos illius imaginis adorande, que representat nobis illum qui pependit in ligno pro nobis, supra sepulture dominice tabulam nebulam non thuris sed pulveris excitantes. Nisi quia presens negotium exigit ut dicatur, piget dicere quod videre tedet et pudet audire, qualiter laicis orantibus protensis manibus et flexis genibus, lacrimas plerumque fundentibus et tundentibus[2] pectora sua, qui deberent eos exemplis accendere, meritis precedere, precibus adjuvare, fabulationibus et cogitationibus vanis intendunt, rident ad invicem et irrident, litigant, detrahunt, contrahunt, et domum orationis locum faciunt negotiationis: Deum honorant labiis, cor autem eorum non est coram eo, sed forte plusquam in choro psallentium, saltantium in coreis, plus in patinis quam in paginis, plus disputant fortiori de vino, quam de sermone divino, et quia Domino cum tremore nesciunt exultare, deficiunt in vanitate cantus eorum et psalmi eorum cum festinatione. Quam munde manus in manicis, quam pulchri pedes in calciamentis, per anfractus varios discurrente fibula fedantis, et prominentia rostra sub linea ministrantis ad mensam Domini. Quam bene laicis videntibus placet et placat clericis invidentes supra sacras vestes ferentis evangelicum codicem et calicem offerentis, culta Trojano more ferrique calentis odore sculta[3] cesaries, histrionum scema sub signaculo regie dignitatis, circa Christi diadema circulus Antichristi. Sic in canonicis confunditur ordo canonicus et in illis maxime.

Qui probitate carent, nec avito sanguine clarent.

In hiis deterius marcet interius, per quod exterius florent; quod nisi forent, oporteret ut de servili aliquo labore viverent, aut si inde non viverent, unde viverent non haberent. Preterea tales nec clerici dicendi sunt nec laici, sed ex duobus hiis generibus hominum monstra composita,

mixtumque genus prolesque biformis[4].

[1] vertentes Hs.
[2] tondentibus Hs.
[3] D. i. sculpta. Es scheint ein Citat darin zu stecken.
[4] Vergl. Aen. VI, 25, vom Minotaurus.

Pro hujusmodi, mater ecclesia, de te scriptum putes, potes cum propheta[1] plangendo clamare: 'Filios enutrivi et exaltavi, ipsi autem spreverunt me'. Quod si de istis erit ita plangendum, quid de illis erit agendum, quos nec ordinis sacri reverentia, nec ut ait in Hercule tragico Seneca, senecta tristis et longa saciata vita[2] refrenare prevalent ab appetitu temporalium, ab amplexu labentium, a desiderio noxiorum? Futurorum amore neglecto pariter et timore, presentia tanto cupiditatis (fol. 38^b) ardore desiderant, quod non considerant, quam justa[3] lubricum descensus ad vallem miserie et doloris, caliginis et horroris, putredinis et fetoris, quam prope limen exitus sit positus pes eorum, quam cito quesita tam diu perdituri vel ituri sint, et vale dicturi, tam hiis que possident cupide, quam hiis que non possunt et cupiunt possidere.

Restat agendum secundum premisse distinctionis ordinem de secundi generis tercia specie, de prelatis scilicet ecclesiarum, qui sicut debent alios precedere dignitate, sic et vite meritis et auctoritate doctrine, quia duplex eorum officium esse debet[4], faciendi videlicet et docendi que recta sunt, ut[5] dominus noster ipse precepit, qui cepit ut daret exemplum aliis, primum ea facere, post docere. O si sic fieret, quam bene res ageretur, quam regeretur optime tot inter fluctus amaritudinis anxia, tot obnoxia scopulis hodie navis ecclesie, quam integra portum inveniret optatum et perveniret ad patriam salutis eterne! Nunc autem in alto salis estuantis, in medio turbine tempestatis, dum unusquisque nautarum, navis officio timore vel negligentia derelicto, vel execrabili propriis rebus et sarcinis cupiditate devinctus, navim ut illa servetur et ipse salvetur, exhonerare non studet, et non pudet unumquemque malle male perire cum suis, quam evadere sine suis, destituta navis, agitata ventis, fracta procellis, datur in escam piscibus, in ludum fluctibus, rupibus in litem, littoribus in directionem. Nam cum prelatorum, sicut predictum est, esse debeat faciendi scilicet et docendi duplex officium, qui bona non faciant et tamen doceant, aliqui sunt, qui bona faciant et non doceant, alicubi sunt, qui bona nec faciant nec doceant, ubique sunt: qui bona faciant et doceant, ubi sunt? Adeo pauci sunt, quod quia vix reperiri possunt, quasi nusquam esse dicendi sunt, et non ob aliud hoc contingit, nisi quia potestatem habentes talia conferendi, non quibus licet, sed quibus libet, ea conferunt, et preferunt eos hiis qui videntur aliis preferendi. Unde talis promotio vix bene provenit, sed fere

[1] Es. 1, 2.
[2] vim Hs. Vergl. Herc. fur. v. 849.
[3] D. i. juxta.
[4] Fehlt Hs.
[5] Fehlt Hs.

semper duplex inconveniens inde venit, cum excellenti dignitate vel avarus ignobilis vel impubes nobilis honeratur et honoratur: hic considerare contempnens honus, ille nescius in honore, iste non sensus contemplatione sed census, ille animosi generis intuitu, non animi generosi, preesse quidem indignus, sed subesse dignus, ille dominis[1], hic magistris. Nimirum ignorare me confiteor, quos quibus ante feram[2], an indiscretis astutos, an callidis imprudentes, cum indocti cum doctis sint ad male faciendum universi fere proclives, nisi quod isti quanto minus, illi quanto magis animo perspicaces inveniuntur ad malum, isti tanto minus, illi tanto magis efficaces.

Hec de duobus hiis generibus hominum et utriusque triplici specie, non in occulto latencia, sed late cunctis apparentia, quamvis displicere non dubitem aliquantis, et licet aliquantulum prolixe, non penitet me dixisse, quia tam non superflua reor esse quam congrua materie, de qua tractamus, et vera. Cum ergo teste Salomone, qui dicit[3] 'Stultorum infinitus est numerus', magna copia, larga materia, lata sit area concesse reprehensionis, cesset inconcessam usurpare lingua perfida detractoris, et reservet illibatum illi jus suum, cui pater dedit omne judicium quod sensum transcendit humanum, quia manifestum est Deo, quod hominibus est occultum. Hiis ergo responsionum armis primam objectionem de me maledicentium super vitio michi simulationis imposito, vexantem impugnatione triplici nomen meum, si delevi prorsus aut superavi vel saltem ab ea me defensionis hujus obstaculo liberavi, deliberavi discretas mentes habentium judicio relinquendum.«

Nach dieser energischen Abwehr der gegen ihn erhobenen Beschuldigungen wendet er sich nun gegen den ihm gemachten Vorwurf der Trägheit, und setzt aus einander, weshalb Würden und Reichthümer überhaupt nicht erstrebenswerth seien, und weshalb er besonders an seinem Loose sich genügen lasse. Hier ist es, wo es scheinen kann, dass er noch gar keine Praelatur hat, wo vielleicht aber doch nur gemeint ist, dass er mit der Cantorei, der fünften Praelatur, sich begnügt, ohne nach höheren Würden zu streben.

Er sagt:

»Nunc autem, quod michi secundo supradictum est eos obicere, procul abicere preparabo, videlicet pondus inhercie, quo sicut ajunt oppressus graviter a vilitate privati status et obscuri scalore[4] nominis, et si voluerim numquam valuerim, neque debuerim quia non meruerim,

[1] dominus Hs.
[2] Ein halber Vers.
[3] Eccle. I, 15.
[4] D. i. squalore.

elevari. Et quidem nec divitiis superhabundans, nec dignitatibus sum elevatus, nec ut mentiuntur humilis fortune coartatus angustiis seu tepidioris animi nebulis involutus. Nam sicut luce non indiget, in me scintilla non inferioris ingenii viget, et vigilantia sensus ejusmodi, per quam acquisivi sufficientes et res et redditus, qui sunt inter utramque fortunam distantie persimilis equalitate librati, quia quantum superiores humili, tantum inferiores gradu sublimi. Super quo non solum michi detrahentium, sed et me diligentium crebra sum inquisitione pulsatus, cur essem, vel si non essem hac redditumm quantitate contemptus[1], tepore sensus et animi torpore viderer a majorum acquisitione detentus. Multiplices insuper et cogentes cause sunt ab hiis et ab illis contra (fol. 38[b] col. 2) me frequenter adducte, super quarum tribus, illustribus utpote magis, paulisper juvat quantum adjuvat ratio disputare.

Prima dicit et docet, quod decet nobilem virum, si nobilem habeat animum, non latebras humilis fovere fortune vel privati nominis augustia cohercerі, sed dignitatum et divitiarum summa fastigia promereri, virtutum studiis, gratiarum meritis, ad honorum gradus aspirare sublimes, quia lucerna sub modio, probitas in carcere pauper-tatis, et virtus in propatulo, civitas supra montem que non valet abscondi. Colligenda est rosa de spinis, eruendum est aurum de luto, preciosus calculus ex harenis erigendus ad coronam regie dignitatis, nobilis animus de pavimento plebei status ad solium glorie principalis. Secunda vero causa duplici commendat hoc utilitate, quia divitie suo faciunt possessori disperse gloriam, reverentiam congregare. Tercia causarum affirmat hoc esse, nisi fiat, indecens et dampnosum, quia turpe est et verecundum, sustinere jugum inopie genere et ingenio ingenuum virum, et quia virtus languet et probitas contabescit, si que per honores divitiasque confertur, aufertur ei libertas radios exserendi. Tribus hiis causis consuevit adversum me tam garrulitas detractorum quam amicorum correctionis censura causari, sed quam procul aversantur a vero citius apparebit, si quod studeo breviter aperire, patienter audire curatis.«

Er erwiedert darauf, dass Ehrenstellen und Reichthümer allerdings zu begehren sind, weil man dadurch freilich keine Tugend gewinnen kann, aber sie der Lohn der Tugend sein sollen; wer aber wegen der Tugend nach Gewinn strebt, erleidet eine Minderung seines Verdienstes. Ein anderer Grund, weshalb der Weise Reichthümer nicht einmal wünschen darf, ist der, dass diejenigen, welche sie zu verleihen haben, gemeine und niedrige Personen vorziehen — gaudent

[1] D. i. contentus.

habere secum tam genere quam moribus abjectos et viles, habent odio sapientie studiis et titulis generositatis insignes. Jene begünstigen sie und befördern sie, tamquam honorantes seu potius onerantes exuviis asinos leoninis. Vor den anderen scheuen sie sich und halten sie ferne von sich. Darüber verbreitet er sich noch weiter und gibt dabei wieder ein anschauliches Bild von der Üppigkeit und dem Hochmuth der vornehmen Prälaten: »Verane sunt ista vel non est ita, sed ficta sunt ea que prosequor et persequor, quia privato michi sunt odio, gladio lingue positos in sublimitate, eo quod ut vulgo dicitur lupus in fabula sim, et tamquam unus ex illis qui sunt eis honeri, propter quod ab ipsis debuerant honorari, nobilitatem dico mentis et generis et propter invidiam etiam ad videndum graves sunt eis? An non si sepelit ista silentium, prodit exemplum, si calamus pretereat intacta, facta proclamant, si verba sileant res loquuntur? Numquid non videre mecum videmini vobis fere quoslibet mundi potentes, cum in vestitu deaurato, circumdati varietate et multifario colorum flore distenduntur in equis superba frementibus in frenis aureis, pictis discumbunt in thoris, resident in thronis, adulantium stipati cuneis, quo vultu nobiles, et quam superbo supercilio sint spectantes honesta sectantes, quam dedignanter alloquantur eos vel alloqui dedignentur? Nonne si difficile est crimen non prodere vultu,[1] credere cogimur ex hoc, aut hoc eos aut huic simile, si non credere, cogitare? Contemptibiles sunt nobiles, quia verecundi, simplices et idiote, et qui videntur disciplinati, displicibiles sunt et ipochrite. Opprimamus eos quoniam contrarii sunt operibus nostris, ne si gradus altiores eis conscendere concedamus, ipsi nobis virgas quibus cedamur postmodum excidamus.«

Deshalb ziehen sie niedrige Schmeichler vor und drücken die sapientes et nobiles nieder; der Adel tritt jedoch in seinen Klagen immer in den Vordergrund. Dann wendet er sich gegen den zweiten Grund, dass die Reichthümer Ruhm und Ansehen gewähren. Das sei ganz thöricht, höchstens ganz vorübergehend und bei niedrigdenkenden Personen könne es der Fall sein. Drittens endlich sei Armuth unziemlich und schädlich, das gibt er zu, doch sei es viel besser und schöner, mit Armuth tugendhaft zu sein, als auf niedrige Weise Reichthümer zu gewinnen. Damit schliesst das dritte Buch: im vierten, einfach als 'liber quartus diversarum hystoriarum' bezeichnet, kommt er dann auf die Rechtfertigung seiner Liebe zu den Büchern und von da ganz unmerklich, zunächst zur Geographie.

Er sagt (fol. 39 col. 2): »Precedentibus in libellis quia quam melius potui studui duas abolere de tribus objectionibus emulorum,

[1] Ov. Met II, 447.

a quibus disputatio cepta trahit originem, jam nunc ad terciam est pergendum et agendum, quatinus quod in me reprehenditur super librorum dilectione simul et oblectatione, quam in meditatione frequenti constituisse michi dicor, et studio litterarum, non ignominie sed glorie, non vicii sed virtutis esse, non vituperii sed laudis ostendam. Abhinc igitur incipere libet et dicere, quoniam in libris colligendis et plurimum diligendis vite pars maxima michi consistit. Hec est requietissima requies mea quam elegi, quam magis amplector et qua plus oblector, cui fere totus animus meus impenditur et ad quam extenditur omnis intentio mea, quantum admittit possibilitas et necessitas non contempnenda permittit. Hec sane dixerim propter eos, qui me quidem, sed non secundum scientiam emulantur, et quasi contemptis secularibus negociis et cura rei familiaris abjecta vacare studiis me in hunc modum, et tantam lectionibus operam dare, cum multa dilectione, sed inconsulta[1] discretione causantur. Porro super hiis qui reprehendunt hoc in me, non amore sed odio mei, cum et ipsi inimicicias quas adversum studia scripturarum et propositum honestatis sub intemperantia, consiliario nequam, et ignorantia, duce perditionis, exercent, dictis profiteantur et factis, ratio prohibet ammirari, quia solent similia sicut gaudere similibus, ita dissimilibus adversari. Nam cum virtus et vicium diversa fronte repugnent, non est dignum ammiratione, si studens ociosis, legens ludentibus, libros tenens libranti talos, volventi patinas revolvens paginas, denique si lascivie displiccat institutio discipline.«

Nach einigen allgemeinen Bemerkungen geht er nun über zu dem Nutzen der einzelnen Disciplinen, zuerst der Philosophie mit ihren Töchtern, den sieben freien Künsten. Dann kommt die Heilige Schrift, in welcher zu lesen, deren Geheimnisse zu ergründen, er niemals müde wird. Andere Schriften nimmt er vor, und ergründet die ganze Natur und Geschichte. Und nun geht er über zu einer Art von Weltbeschreibung, als deren Hauptquelle Isidor, vielleicht auch Solinus, leicht zu erkennen ist; aus eigener Kenntniss hat er wenig zugesetzt. An das Paradies mit seinen Strömen knüpft er die Welttheile, zuerst Asien, Indien mit seinen wunderbaren Thieren, Pflanzen und Steinen, Persien, wo wieder die wunderbaren Eigenschaften der Steine hervorgehoben werden, Medien, Parthien, das Land der Serer, Bactrien mit seinen Kameelen, Scythien mit Hippopoden und anderen seltsamen Geschöpfen, Hyrcanien, mit Tigern und Panthern und wunderbaren Hirschen, Arimaspen. Kleinasien kurz berührend kommt er nach Syrien — quondam opibus Tiri, nunc

[1] inconsueta Hs.

Antyochie menibus et situ decentissimo gloriantem — das Heilige Land, bei dem er länger verweilt, Arabien, Aegypten. Das alles lernt er ohne alle Beschwerde zu Hause aus den Büchern, wie er sagt, und er hatte also damals seinen Kreuzzug noch nicht gemacht. Es heisst nämlich fol. 40: »Ut quid ergo terram vestigiis, mare navigiis, immo me per terras et maria fatigarem, ut tandem ad id pervenirem, quod vix aut nullatenus invenirem, cum in ocio et quiete degenti simul et legenti, revelet scriptura maris ac terre non solum proxima sed remota, nota non tantum sed etiam pandat occulta?«

Nach den Wundern von Aethiopien folgt (fol. 40b) Afrika, von dessen vielen Wundern ich nur die Affen hervorhebe: »Sunt et illic innumerabiles fere mirabiles, quarum symie sunt altera species hominum et artificium nature jocantis, accommodatum risibus excitandis. Ex hoc genere sunt circhofirtici,[1] qui quia caudis pudenda defendunt, oculos non offendunt. Capillate similiter spinges et sathiri saltatores.« Dann kommen die Elephanten, bei denen er länger verweilt, und die Bären. »Postquam me dilecta michi collateralis et individua comes investigatio scripturarum, non pede sed oculo, non corpore sed animo, non agendo sed legendo, et in uno quietum loco per tam multa deduxit, offert irrumpentis ab occasu linguam occeani, que latus Gallicum et Italicum littus obequitans, Siciliam circumdans et obsidens Cretam, ad meridiem revertitur in Egiptum, dehinc in septentrionem per anfractus varios se retorquens, et Asiam ab Europa dividentis evadens angustias Hellesponti, pro gentium et locorum diversitate multipharian nominata in Meotidem[2] usque pertingit.« Wir wollen ihm da nicht folgen, ich hebe nur hervor, was er von Frankreich sagt: »Has inter provintias, quas corona descriptionis hujus includit, illa primatum regie dignitatis accepit. Illa sola solio gloric principalis cnituit, que propter animorum virtutem sue gentis et disciplinam armorum, morum temperantiam et locorum, tam nominari Francia quam denominari dulcis optinuit, et quam inter Aquitaniam et Lotharii regnum esse constituit illa divisio regnorum inter imperatoris filios Ludovici qui Pius meruit appellari. Super commendatione vero Gallie de multis pauca dicentem et, si me libet alicui, sanctum Iheronimum culpare non licet, hiis eam verbis in suis epistolis extollentem: Gallia sola monstra non habuit, sed viris semper potentibus, fortibus et eloquentissimis habundavit.« Von Griechenland hat er auch vorzüglich wunderbare Thiere und Steine zu beschreiben, dann heisst es (fol. 41): »Habet hec tellus Athenas studiis olim et purpureis coloribus Himeti florentes, bellisque

[1] D. i. cercopitheci.

[2] eotidem Hs.

frequenter eversas et ob hoc invisas hyrundinibus Thebas, propterea quod ille volucres ruinosas et sepe labentes habeant odio mansiones.« Nach einer Erwähnung von Constantinopel heisst es: »Inferior (Scythia) de sub lateribus aquilonis emergens per feroces animis et incultas barbarie gentes, videlicet Sarmathas, Getas, Gepidos, Quados, Herulos, Marchomagnos, Ruscos, Dacos et Danos, Alanos, Gothos, Wandalos, Hunos et Sclavos ad Germanias usque pertingit. Hec autem spacia terrarum inter Renum et Danubium, qui et Hister, inter Alpes et septentrionalem occeanum includuntur. Habent animalium excellentiora visontes,[1] et uros[2] magnitudine quidem referentes bubalos, sed ab eis facie differentes, cornua quorum ob gratiam nitoris[3] et immensitatis dedicantur ad propinanda pocula sublimibus mensis: alce similiter animal, quod habet labrum superius adeo prominens et demissum, quod nisi (fol. 41 col. 2) retrocedat ore non accedat ad pastum. Habet et Gangavia Germanie insula simile genus aliud animalis in inflexibili rigore poplitum vix attingibilis fuge suffragio prepollentis. Sunt etiam in superioribus Germanie regionibus aves admirande, quarum plume tanto sunt splendore predite, quod nocturnum iter agentibus illustrent tenebras propria claritate. Mittunt quedam Germanie partes attractive simul et medice nature sucinum, gallaicam quoque gemmam Arabicis preponendam, virentem ad gratiam smaragdorum et qua nichil decentius mittat aurum.«

Von Irland sagt er: »Longe trans Angliam inter occidentalis et septentrionalis occeani concurrentia sibi brachia vaste diffusa jacet Hibernia larga pascuis, umbrosa nemoribus, apta pecoribus, habitatoribus barbaris, incultis et bellicosis magis desolata quam leta, pennatis grata, non satis inconcessa serpentibus, apibus[4] inaccessa. Nam apes in tantum terram istam habent odio et metuunt quod advecto de ipsa pulvere et injecto statim apiaria[5] derelinquunt.« Es ist wohl einleuchtend, dass aus diesem alten aufgewärmten Kohl irgend eine Belehrung nicht zu holen ist. So weit, scheint mir, hat die Schrift ursprünglich gereicht. Es folgt das fünfte Buch 'qui dicitur Cronosgraphia', die Weltgeschichte, von welcher ich an anderm Orte handeln werde, weniger wegen ihres eigenen sehr geringen Werthes, als weil sie von Albrich fast ganz in seine Chronik aufgenommen ist. Hier lasse ich nur noch das Vorwort folgen, welches ebenfalls noch mit der Abwehr seiner Gegner sich beschäftigt.

[1] insontes Hs.
[2] viros Hs.
[3] tutoris Hs.
[4] alpibus Hs.
[5] abicaria Hs.

»Ecce qui scripturarum studiis intendentes reprehendere non erubescitis, nisi pre dolore clauditis oculos, et pre invidia videre non vultis, pro magna parte patefactum est nobis, quia cum tanta sit in scripturis utilitas et delectatio perserutandis, dignos laude philographos et alumpnos discipline culpare minus prudenter et nimis impudenter audetis. Unde nec dubium, quod hec alterius cause studio non agatis, nisi quia per scripturarum dilectionem, que vanitatis studio diligitis, negligitis virtutis odio, vanitatis odio negligere, et diligere constat eos amore virtutis. Quod si delectationis et utilitatis afferre non parum scripturarum investigatio diligens diligentibus eam, negligentibus eam vobis ex premissis evidenter ostenditur, videlicet in docendo situm terrarum, diversitates nationum, memorabilia regionum, vires herbarum atque gemmarum naturas, animalium et rerum mundialium preter homines aliarum, quanto magis utilior, quam longe delectabilior esse dinoscitur, instruendo non de mundi partibus, sed de mundi rectoribus, de regibus atque principibus, de rerum gestarum memoria dignis antiquitatibus. Tantum enim noticie priorum horum doctrina precellit, quantum precellere constat homines propter quos creatus est mundus, mundialibus aliis creaturis. Quapropter ut ad studia scripturarum amplectenda[1] quoslibet invitos etiam magis invitem, ut laudem studiorum diffundam latius, et eis detrahentium ora confundam, premisse sumam et promisse demonstrationis hujus exordium ab ipsis primordiis operum divinorum, et per successiones etatum per seriem majorum regum et principum et ab ipsis digniorum dumtaxat relatione gestorum usque in hodierna tempora transitum faciam ordinatum.«

Damit beginnt nun die Weltgeschichte, welche nicht ohne ein gewisses Geschick in fliessender Erzählung dargestellt ist, von ziemlich ausgebreiteter Belesenheit zeugt, aber zugleich von grosser Sorglosigkeit und Ungenauigkeit, und gänzlichem Mangel an Kritik. Von einer Benutzung seines Werkes bietet uns Albrich das einzige bekannte Beispiel; immerhin aber werden wir anzuerkennen haben, dass er seine Zeit nützlicher anwendete, als nach seiner Schilderung seine Collegen zu thun pflegten.

[1] amplectanda Hs.

Die agentes in rebus.

Von Otto Hirschfeld.

(Vorgetragen am 6. April [s. oben S. 205].)

Um die von mir hier vorgelegten Untersuchungen über die Polizei im römischen Kaiserreich[1] zu einem gewissen Abschluss zu bringen, erscheint es geboten, das Institut der *agentes in rebus* einer Betrachtung zu unterziehen, wenn ich auch bei der Untersuchung die Überzeugung gewonnen habe, dass erst in dem Rahmen einer zusammenfassenden Darlegung der Verhältnisse des gesammten Officiantenstandes der späten Kaiserzeit auch diesem Institut seine rechte Würdigung zu Theil werden könne. Ich werde in den nachstehenden Bemerkungen die hinreichend bekannten und bereits von Gothofred in seinem Commentar zu den

[1] Sitzungsberichte 1891 S. 845 ff. und 1892 S. 815 ff. Einige Nachträge zu der ersten Abhandlung mögen hier eine Stelle finden: S. 850 fg.: In der Beneventaner Inschrift steht nach brieflicher Mittheilung des Hrn. Hülsen in der That, wie eine von den HH. Hula und Preger soeben vorgenommene Revision des an dieser Stelle allerdings stark beschädigten Steines ergeben hat, PRAEF. (nicht PRAET.) VRB., wodurch meine oben gegebene Ausführung bestätigt wird. — S. 853: Die Fragmente der Inschrift sind jetzt mit Commentar publicirt von Gatti und Hülsen *bull. della Commiss. arch. di Roma* 1891 p. 392 ff. — S. 859 fg.: Über die *nocturni* bei Petronius *sat.* c. 15 und in einer neu gefundenen Dacischen Inschrift vergl. von Domaszewski Rhein. Mus. 47 (1892) p. 159 fg.

S. 860 A. 68: An einem Engpass in Gex (*dép. de l'Ain*) ist eine Inschrift: STATIO MILITVM gefunden, vergl. Guige *topogr. de l'Ain* p. XXIII n. 97. — S. 864: Hr. Ramsay macht mich brieflich darauf aufmerksam, dass in der Inschrift von Antiochia in Pisidien Sterrett seine eigene Lesung: ἑκατόνταρχον ξεγεωνάριον nicht mit Recht in λεγεωνάριον verändert hat, da die Eintheilung des Landes nach Regionen sicher sei. — S. 864 A. 101 ist für Carallia zu schreiben: Misthia, vergl. Ramsay: Athen. Mittheil. 1885 p. 348. — S. 865 zu den *stationarii* vergl. Mowat *Bull. épigr.* 6 p. 95. — S. 867 vergl. *Bull. de corresp. Hellén.* 15 S. 556: οἱ ἐν τῇ περὶ Ἐριζιαν ὑπαρχίᾳ φυλακῖται. — S. 868 A. 116 ist Eumeneia hinzuzufügen nach Ramsay's Ergänzung von CIGr. 3886 im *Bull. de corr. Hellén.* 1884 p. 237: εἰρηναρ]χήσαντα καὶ παραφ[υλάξαντα]. — S. 869 A. 121. In Apameia-Celaenae hat Hr. Ramsay nach brieflicher Mittheilung im J. 1891 die Ehreninschrift eines M. Aur. Aristo Euclianus copirt: εἰρηναρχήσαντα φιλοτείμως. — S. 870 A. 126 (vergl. A. 121): nach Ramsay's Ansicht *histor. geogr.* p. 157 und 437 ist nicht Hadrianoi, sondern Hadrianoutherae der Geburtsort des Aristides gewesen. — S. 874 A. 142 (am Anfang) ist, wie Ramsay bemerkt, für Termessus zu lesen: Ormeleis.

betreffenden Titeln des Codex Theodosianus[1] in bewundernswerther Vollständigkeit zusammengestellten Thatsachen, soweit es unumgänglich erscheint, kurz zusammenfassen und nur bei denjenigen Punkten, die mir einer Berichtigung oder Ergänzung bedürftig erscheinen, länger verweilen.

Die *agentes in rebus* sind eine Neuschöpfung der grossen Diocletianisch-Constantinischen Reichsreform. Sie sind an die Stelle der *frumentarii* getreten[2], deren Aufhebung bereits Diocletian, bewogen durch ihre unerträglichen Ausschreitungen, verfügt hat. Zwar wird nicht ausdrücklich berichtet, dass die Einsetzung der *agentes* gleichzeitig mit der Abschaffung jener erfolgt sei: doch spricht dafür einerseits die Nothwendigkeit, sofort oder doch in nicht zu langer Zeit für diese unentbehrlichen Polizeisoldaten einen Ersatz zu schaffen, andererseits werden die *agentes in rebus* bereits in einem Erlasse Constantin's vom J. 319 erwähnt, in dem nach Gewährung gewisser Privilegien an die zu den *scholae palatinae* gehörigen oder diesen gleichstehenden Beamten es zum Schlusse heisst: *quibus omnibus privilegiis coniungimus agentes in rebus, licet meritis militaribus videantur esse subnixi*[3].

Was zunächst ihren Namen betrifft, so dient auch dieser bereits zur Bestätigung, dass wir es hier mit einer durchaus neuen Institution der späten Kaiserzeit zu thun haben, da eine Anknüpfung für denselben in älterer Zeit durchaus fehlt. Das Wort *agere* in der Bedeutung: 'sich zeitweilig in einer amtlichen Thätigkeit befinden' wird allerdings wohl theils absolut[4], theils in Verbindungen, wie in *ma-*

[1] Besonders zu Cod. Theod. VI, 27 und 29. Von älteren Arbeiten ist nur erwähnenswerth Bulenger: *de imperatore et imperio Romano* (Lugduni 1618 fol.) lib. VI c. 42. Die Behandlungen bei Valesius (in seinem Commentar zu Ammianus), Salmasius (zur vita Hadriani c. 11), Bethmann-Hollweg (Civilprocess 3 S. 19 und 144), Kuhn (die städtische und bürgerliche Verfassung des römischen Reichs 1 S. 149 ff.: der Officiantenstand), Hudemann (Gesch. des röm. Postwesens. 2. Aufl. S. 83 ff.), Karlowa (Röm. Rechtsgeschichte 1 S. 875 ff.: die officia der Beamten) haben die Untersuchung betreffs der hier in Betracht kommenden Fragen nur wenig gefördert. Über die analogen Institutionen im Ostgothenreich hat neuerdings Mommsen Licht verbreitet durch seine Ostgothischen Studien (im Neuen Archiv Bd. 14, vergl. besonders S. 466 ff.).

[2] Victor *Caesares* 39, 44: *remoto pestilenti frumentariorum genere, quorum nunc agentes rerum simillimi sunt*; Hieronymus in Abdiam c. 1: *eos enim, quos nunc agentes in rebus vel veredarios appellant, veteres frumentarios nominabant.*

[3] Cod. Theod. VI, 35, 3; das Wort *meritis* (vergl. z. B. Vegetius II, 8: *merita et commoda*) fehlt im Cod. Just. XII, 28, 2 §. 3.

[4] Ich kann dafür nur die Ostiensischen Inschriften (CIL. XIV n. 13. 14, vergl. 15; *Eph. epigr.* VII n. 1210) anführen, in denen die dorthin von Rom deputirten Centurionen als *agentes*, d. h. dort dienstlich verweilend (vergl. z. B. Digg. 18, 1, 62 pr.: *qui officii causa in provincia agit vel militat*) bezeichnet werden. Hier ist also *agere* meines Erachtens intransitiv zu fassen, nicht, wie Dessau *Eph.* VII p. 365 erklärt: *centuriones . . agebant, stationem puto vel curam stationis.* An das *curam agere* für die dargebrachte Widmung zu denken, ist ganz ausgeschlossen, da in C. XIV n. 13. 14 *curam agentibus* den Namen

gistratu, potestate agere[1] oder am häufigsten für die Stellvertretung: *vice* oder *vices alicuius agere*[2] gebraucht, ist aber niemals zur Bildung eines eigentlichen Beamtentitels in den ersten Jahrhunderten der Kaiserzeit verwandt worden. Auch der Zusatz *in rebus* (die Bezeichnung *agentes rerum* bei Victor ist, wie die Erwähnungen in den Rechtsquellen und Inschriften zeigen, nicht officiell) ist durch seine gänzliche Unbestimmtheit auffallend und nicht mit dem älteren Gebrauche der *res* im Sinne von Vermögen, wie z. B. bei dem *procurator rerum* zusammenzustellen, sondern vielmehr mit dem Gebrauche der griechischen πράγματα als öffentlicher Angelegenheiten. Offenbar hat man in voller Absicht für diesen neuen Officiantenstand einen möglichst allgemeinen und auf die verschiedenartigste Verwendung passenden Namen gewählt, wie dies ja auch in gleicher Weise in moderner Zeit für die Polizei geschehen ist.

Die letzten Worte des oben angeführten Erlasses aus dem J. 319: *licet meritis militaribus videantur esse subnixi* lassen keinen Zweifel darüber, dass die *agentes in rebus* als Soldaten angesehen worden sind, wenn sie auch durch ihren Namen und durch ihre Verwendung von den eigentlichen Truppen sich unterscheiden. Aber sie bilden eine dem *magister officiorum* unterstellte *schola*, d. h. sie haben sich 'im Kaiserpalast für die ihnen zugehenden Befehle in Bereitschaft zu halten'[3]; ihre Tracht ist ganz militärisch[4], ihre Dienstzeit ist, wie

---

vorausgeht und *agentibus* dann absolut denselben nachgesetzt ist. Über die Verbindung *curam* oder *curas agere* in anderem Sinne vergl. Sitz.-Ber. 1891 S. 862 ff. — Ein *servus age(n)s* (für *actor*): CIL. III, 2126.

[1] Digg. 48, 2, 8; vergl. *circa latus principum agere:* Digg. 27, 1, 30 pr. Vergleichen könnte man CIL. III n. 825: *b(ene)f(iciarius) co(n)s(ularis) agens in m[u]nere sta[t(ionis?)]*, doch ist mir die Lesung dieser jetzt verlorenen Zeilen sehr verdächtig.

[2] Zahlreiche Beispiele bieten die Inschriften, vergl. Marini *atti* p. 547; auch der *agens pro comm(entariis) summ(ae) privatae* (Hülsen Röm. Mittheilungen 6, 1891 S. 340 = C. VI n. 29682), wird vielleicht als Stellvertreter des ordentlichen Beamten *a commentariis* anzusehen sein.

[3] Vergl. Mommsen im Hermes 24 S. 222 ff. und besonders S. 223 A. 1: 'darum wird die Benennung *schola* auch auf andere dem Kaiser sich zur Hand haltenden Körperschaften übertragen, wie die *domestici et protectores*, die *agentes in rebus*, die *notarii* und sie werden auch wohl mit diesen zusammengefasst'. Auch auf den der Anlage nach durchaus militärischen Charakter ihres Vorgesetzten, des *tribunus* (später *comes*) *et magister officiorum*, mit den ihm unterstehenden *scholae* und militärischen *fabricae*, weist mich Hr. Mommsen hin (vergl. a. a. O. S. 224); allerdings ist auch der Titel dieses Würdenträgers in seinem zweiten Theil nicht der militärischen Nomenclatur entnommen, mit Rücksicht auf die gleichfalls unter ihm stehenden kaiserlichen *scrinia*.

[4] Die *chlamys* nennt Ammianus XVI, 5, 11 (vergl. dazu Valesius) und Palladius *hist. Lausiaca* p. 154 ed. Meursius: τοῖς τε καμισίοις (?) καὶ τῇ χλαμύδι; Libanius κατα Φλογεντίου III p. 472 als Tracht der Soldaten überhaupt: χλαμύδες καὶ ἀναξυρίδες und III p. 438 für die *agentes in rebus*: ἀναξυρὶς καὶ ζωστὴρ (= *cingulum*, vergl. Cod. Just. XII, 20, 3: *ne ducenarii plus quam quadraginta octo in cingulis habeantur*) ὁ τῶν διακόνων τῆς βασιλέως ἐπιστολῆς.

wir sehen werden[1], ebenso normirt, wie die Dienstzeit der Soldaten jener Zeit. Dem entspricht ihre Organisation und ihr Avancement; denn sie zerfallen, wie am deutlichsten ein Erlass des Kaisers Leo[2] darthut, wonach in ihrer Matrikel nicht mehr als 48 *ducenarii*, 200 *centenarii*, 250 *biarchi*, 300 *circitores*, 450 *equites* Aufnahme finden sollen, in die fünf genannten, auch bei der Cavallerie dieser Zeit in derselben Reihenfolge nachweisbaren Rangclassen[3], entsprechend ihrer Verwendung als berittene Staatscouriere, in welcher Eigenschaft sie daher auch gelegentlich den Namen *veredarii* führen[4]. Ob diese Benennung auch für die obersten Rangstufen der *centenarii* und *ducenarii* dem Militär entlehnt ist, werden wir später zu prüfen haben; aber auch für die niederen Stufen wird man nicht ausser Acht lassen dürfen, dass die Namen *biarchi* und *circitores*, so alt der letztere auch ist[5], erst der Diocletianisch-Constantinischen Militärreform angehören. Die späte Verwendung des Namens *circitor* für das Heer bezeugt Vegetius ausdrücklich III, 8: *nunc militiae factus est gradus et circitores vocantur.* Dementsprechend wird diese Charge zuerst in einem Gesetz des J. 326 erwähnt[6] und auch unter den inschriftlichen Zeugnissen ist kein einziges, das uns über den Anfang des vierten Jahrhunderts hinaufzugehen nöthigte[7]. Das Gleiche gilt von den *biarchi*, für deren

[1] Vergl. S. 14.

[2] Cod. Just. XII, 20, 3.

[3] Vergl. die bekannte Stelle des Hieronymus *adversus Iohannem Hierosolymitanum* § 19 über die Degradation eines *tribunus* durch die *singula militiae equestris officia* eines *primicerius, senator, ducenarius, centenarius* (diese Charge fehlt in den Handschriften ausser in einer Handschrift von Sta. Croce), *biarchus, circitor, eques* bis zum *tiro* hinab. Dieselben Rangclassen vom *ducenarius* bis zum *circitor* kehren wieder in dem Erlass Justinians im J. 534 für Africa (Cod. Just. I, 27, 2) bei den Officialen der *duces* in Africa und Sardinien; vergl. darüber Krueger: Kritik des Justinianischen Codex S. 178 ff.

[4] Hieronymus (vergl. S. 422 A. 2) setzt sie den *agentes in rebus* gleich; sie erscheinen zuerst in einem Gesetz des J. 364: Cod. Theod. VIII, 5, 17. Vergl. über dieselben Audollent: *les 'veredarii', émissaires impériaux sous le Bas-Empire* in *Mélanges d'archéol. et d'hist. de l'École Fr. de Rome* 9, 1889 S. 249 ff.

[5] Kaiserliche Sclaven als *circitores* CIL. VI, 8749: *ex circitoribus*; X, 7111: *circitor.* Vergl. Frontin *de aquis* § 117: *utraque familia in aliquot ministeriorum species diducitur, vilicos, castellarios, circitores . . .* Solche *circitores cum decanis III, circitores fo[r]mae supra scriptae n(umero) XVIIII* in Tibur: C. XIV, 3649 mit Dessau's Anmerkung. Im Privatdienst nennt sie Petron. c. 53: *repudiata a circitore liberta* (der Traguriensis: *circumitore*, vielleicht richtig, vergl. Vegetius III, 8: *quos circumitores appellabant*). Priapea XVII, 1: *quid mecum tibi circitor moleste? ad me quid prohibes venire furem?*

[6] Cod. Theod. VII, 22, 2: *si quis duos equos habeat vel unum idoneum et servum unum, cum circitoria militet dignitate et binas annonas accipiat, qui gradus praebetur aliis post laborem.*

[7] Ich stelle die mir bekannten Beispiele zusammen:

1. CIL. III 6292 (Widdin: Moesia sup.), wohl nicht lange nach Diocletian, da der Vater Aurelius, die Mutter Valeria heisst. Auch die von dem Vater bekleidete Charge eines *beneficiarius* ist nur bis in den Anfang des vierten Jahrhunderts nachzuweisen; eines der spätesten Beispiele dürfte

späten Ursprung bereits der, wie es scheint dem *frumentarius* entsprechende Namen entscheidend ist, da griechische Titel, abgesehen von der Flotte, im römischen Heer der älteren Zeit überhaupt nicht gebraucht worden sind; inschriftlich sind *biarchi* nicht vor dem J. 327 bezeugt[1].

Wenden wir uns nun zu der Beantwortung der Frage nach dem Ursprung und der Bedeutung der Titel *centenarius* und *ducenarius*, so ist zunächst zu constatiren, dass dieselben ebenso wie die *circitores* und *biarchi* der nachdiocletianischen Heeresverfassung angehören, vielleicht sogar erst in der zweiten Hälfte des vierten Jahrhunderts im Heere erscheinen[2] und mit den *trecenarii* der älteren Kaiserzeit, in denen die obersten Centurionen in den Praetoriancercohorten mit

der *benef(iciarius) praef(ecti) fabric(ensium)* in einer Inschrift vom Albintimilium sein: Pais add. ad CIL. vol. V n. 983, wozu Mommsen bemerkt: *'titulus scriptus est litteris non bonae aetatis, sed tamen ante saeculum quartum, quo fabricae armorum passim commemorantur'.*

2. CIL. V 4100 (Cremona): *Aur. Supero circit(ore) sub cura Iusti,* vielleicht keine militärische Charge.
3. CIL. V 6784 (Ivrea): *Valerius Ianuariu[s] circito[r] de vixilla[ti]one catafr[a]ctariorum.*
4. CIL. V 6999 (Turin): *Aur. Marciani circitoris* (Reiter mit Lanze).
5. Brambach n. 1293 (Mainz): *Silvestrius Servandus circ(itor) n(umeri) Cattharensium.*
6. Reinesius cl. XX n. 424 (Rom): ☩ *locus Oportuni circitoris.*
7. CIL. IX 344* (bei Aternum): *d m s | Decimus a prima sectatus castra iuventa | circitor morior, praemia parca, senex* u. s. w. Die Gründe, aus denen Mommsen unter Zustimmung von Buecheler die Inschrift verwirft (schlechte Überlieferung: Pollidoro, prosodische Verstösse: *Dēcimus, circĭtor* in den sonst hübschen Versen) halte ich nicht für ausreichend.

Unter den Inschriften des christlichen Kirchhofs vom Concordia, die neues Licht über die Militärverhältnisse der späteren Kaiserzeit verbreitet haben, sind *circitores* nicht vertreten.

[1] Aus diesem Jahre ist die in Sitifis gefundene Inschrift eines *Victor biarcus*: CIL. VIII 8491. — Ausser derselben finde ich *biarchi* nur in einer Inschrift aus der Nähe von Aquincum (CIL. III 3370: *'litteris saeculi minimum quarti'*): *Fl. Iocinus ex p(rae)p(osito) militum Histricorum et Fl. Paulus biarcus pater et filius,* in der Mommsen den *biarcus* ohne Grund auf die *agentes in rebus* bezieht, und in sieben Inschriften des christlichen Kirchhofs von Concordia (CIL. V 8754. 8755. 8757. 8760. 8776. *Notizie degli scovi* 1890 S. 171 und S. 343 n. 8), von denen zwei als *biarchi fabricenses* bezeichnet werden, während die vier anderen verschiedenen *numeri* angehören. Schliesslich wird ein Fl(avius) Vitalianus *βίαρχος οὐξελλ[ατίωνος] ἱππέων καταφρακτορίων* in einem Arsinoitischen Papyrus aus dem J. 359 genannt (Wilcken im Hermes 19 S. 418) und in einem anderen desselben Fundorts vielleicht ein *β[ίαρχος] τ[οῦ] προγεγραμμένου [ἀριθμοῦ]* (Wessely Wiener Studien 9 S. 266 ff. Z. 95).

[2] Urkundliche Zeugnisse für dieselben finden sich ausser in den der Wende des 4. und 5. Jahrhunderts angehörigen Inschriften von Concordia (vergl. CIL. V p. 1059 und dazu *Notizie degli scavi* 1890 p. 169. 171. 172. 343 n. 7 und 9), so viel ich sehe, nur noch in einer späten metrischen Inschrift von Aquileia (C. V n. 1721: *hic ducenae dignitate inter lectos meruerat viros*, wo doch wohl Soldaten zu verstehen sind, vergl. Mommsen zu *Eph. epigr.* VII n. 429). Die *protectores ducenarii* gehören nicht hierher; ebensowenig die als *ducenarii* ohne Zusatz bezeichneten Männer (vergl. S. 429 A. 3 und S. 430 A. 1).

Mommsen[1] zu erkennen sein werden, sicherlich nichts zu schaffen haben[2]. Dagegen treten bekanntlich *centenarii* und *ducenarii* bereits in früher Zeit in der procuratorischen Carrière als Gehalts- und Rangclassen auf. Nach der Diocletianischen Münzreform aber, die den Denar zur Scheidemünze machte und seinen Werth auf $^1/_{50000}$ des Goldpfundes normirte, konnten diese Titel nicht mehr zur Bezeichnung des von diesen Beamten bezogenen Gehaltes, sondern höchstens als Benennung der Rangclasse noch weiter verwendet werden. Diese Münzreform muss nun, da sie in dem Edicte Diocletian's über die Maximalpreise bereits vorausgesetzt wird, spätestens im J. 301 vollzogen gewesen sein. Um mehrere Jahre müssten wir jedoch dieselbe zurückdatiren, wenn die kürzlich von Seeck geäusserte Ansicht[3] richtig wäre, dass die Angabe des Rhetors Eumenius in seiner, wahrscheinlich gegen Ende des J. 297 gehaltenen Rede *pro restaurandis scholis* über die Höhe seines Gehaltes bereits den reformirten Münzverhältnissen entspreche. *Salarium me*, sagt Eumenius c. 11, *liberalissimi principes ex huius rei publicae viribus in sescenis milibus nummum accipere iusserunt, non quoniam non amplius tribuere commodis meis vellent, in quem multo maiora et prius et postea praemia contulerunt, sed ut trecena illa sestertia, quae sacrae memoriae magister acceperam, in honore privati huius magisterii addita pari sorte geminarent.* Dazu bemerkt Seeck: 'dieses Gehalt war übrigens nicht so hoch, wie die Ziffer von 600000 Sesterzen zu glauben verleitet. Wir wissen jetzt aus dem (in Elateia) neuentdeckten Fragmente des Preisedictes, dass 50000 Denare oder 200000 Sesterzen einem Pfunde Gold an Werth gleichkamen; mithin betrug das Jahrgeld des Eumenius nur 3 Pfund Gold oder 2740 Mark deutscher Währung'. Diese Auslegung ist aber aus zwei Gründen durchaus unzulässig. Denn erstens geht aus den Worten des Redners unzweideutig hervor, dass diese 600000 Sesterzen nicht nur der Zahl, sondern auch dem Werthe nach das Doppelte seines Gehaltes als *magister memoriae* betragen haben. Dass aber dieser Beamte und wohl sämmtliche Vorsteher der kaiserlichen *scrinia* dasselbe Gehalt, wie der *procurator rei privatae* erhalten haben, ist ihrem Range nach sehr wahrscheinlich[4], undenkbar aber, dass ihm nach der Reform nur ein Gehalt von etwa 1370 Mark, nach altem Münzfuss etwas über 6000 Sesterzen belassen worden wäre. Will man also dem Redner nicht eine absichtliche Täuschung zutrauen, die, wie gesagt, durch seine Worte ganz ausgeschlossen erscheint und von jedem seiner Zuhörer sofort

[1] *Eph. epigr.* IV p. 242 ff.

[2] Fälschlich nimmt dies offenbar Kuhn a. O. S. 153 A. 1199 an.

[3] In Jahn's Jahrbücher für Philologie 1888 S. 724 A. 35.

[4] Vergl. meine Untersuch. z. Verw.-Gesch. S. 260.

als solche hätte erkannt werden müssen, so ist man zu der Annahme gezwungen, dass die 600 000 Sesterzen nach altem Münzfuss zu berechnen sind und der Rhetor in der That durch einen kaiserlichen Liberalitätsact, den freilich die Stadtkasse von Autun (*ex huius rei publicae viribus*) zu tragen hatte, ein so hohes Gehalt erhalten hat. — Ferner aber ist es ganz undenkbar, dass Eumenius mit einer so geringen Summe die Restauration der *scholae maenianae* hätte bestreiten können, die, wie er c. 3 sagt: *quondam pulcherrimo opere et studiorum frequentia celebres et illustres . . ad pristinam magnificentiam* von ihm wiederhergestellt werden sollen und zwar *sine sumptu publico, ex largitione quidem principum maximorum, sed tamen cum aliquo meo erga patriam studio et amore*, d. h., wie dann in der Rede ausgeführt wird, von seinem Gehalt, und zwar nicht einmal von dem ganzen Gehalt, sondern nur insoweit derselbe für diesen Bau in Anspruch zu nehmen sein werde, vergl. c. 11: *hoc ego salarium expensum referre patriae meae cupio et ad restitutionem huius operis, quoad usus poposcerit, destinare.* — Demnach kann die Diocletianische Münzreform, die auch nach den Münzfunden nicht über das J. 296 zurückdatirt werden kann[1], nicht zur Zeit der Abhaltung dieser Rede bereits vollzogen gewesen sein; vielmehr wird man kaum irre gehen, wenn man sie möglichst nahe an das J. 301 heranrückt und in ihr den wesentlichsten Grund für das plötzliche Steigen der Lebensmittelpreise, das zu dem bekannten Erlass des Kaisers geführt hat, erkennen wird[2].

Diese Münzreform musste nun begreiflicherweise auch die Titel verdrängen, in denen die der neuen Währung nicht mehr entsprechenden Gehaltsclassen zum Ausdruck gelangten. Urkundlich bezeugt sind dieselben zuletzt in der Inschrift des Caelius Saturninus, der im Beginne seiner Laufbahn *ducenarius a consiliis (sacris)* und vorher *sexagenarius studiorum adiutor* war. Mommsen lässt in seinem Commentar zu der Inschrift unentschieden, ob diese Bezeichnungen im alten Sinne als Gehaltsangaben zu verstehen seien[3]; ich möchte nicht daran zweifeln, da Saturninus, auch wenn die Inschrift, wie Mommsen wahrscheinlich macht, nicht vor dem J. 323 gesetzt

[1] Vergl. Mommsen Röm. Münzwesen S. 800 A. 214.

[2] Dieser Zusammenhang, den z. B. Schiller Gesch. d. R. Kaiserzeit 2 S. 251 als ganz zweifelhaft hinstellt, wird mit Recht betont von Lépaulle: *l'édit de 'Maximum' et la situation monétaire de l'empire sous Dioclétien* (Paris-Lyon 1886) S. 1 ff., der die Münzreform freilich ohne jedes Zeugniss dem J. 300 zuweisen will. An dieselbe, wenn auch nicht ausschliesslich an sie, denkt wohl auch der *auctor de mortibus persecutorum* c. 7 bei den Worten: *cum variis iniquitatibus immensam faceret caritatem.*

[3] *Nuove memorie dell' Instituto* p. 330: *'hac aetate ducenarii centenarii sexagenarii utrum putandi sint vere accepisse tot annua sestertia an nomina illa in meras appellationes abierint salariorum ratione mutata, non definio'.*

ist, die ersten Ämter seiner Laufbahn sehr wohl vor dem J. 301 bekleidet haben kann. Dass die sonst erhaltenen Zeugnisse für diese titulare Benennung, so weit ich sehe, nicht über die Zeit des Gallienus hinuntergehen[1], will bei der Spärlichkeit der Inschriften in der zweiten Hälfte des dritten Jahrhunderts wenig besagen.

Aber auch nach der Diocletianischen Münzreform verschwinden die *sexagenarii, centenarii, ducenarii* nicht vollständig, sondern erscheinen in mehreren Erlassen des Codex Theodosianus, die wir, um über den Charakter der mit diesem Titel bezeichneten Beamten ein Urtheil zu gewinnen, hier zusammenstellen müssen. Es handelt sich dabei um folgende Rescripte:

1. Cod. Theod. *de exactionibus* (XI, 7) l. 1 aus dem J. 315 (dieses und die beiden folgenden sind an den Proconsul von Africa Aelianus gerichtet und zwar vielleicht in demselben Jahre): *ducenarii et centenarii sive sexagenarii non prius debent aliquem ex debitoribus convenire quam a tabulario civitatis nominatim breves accipiant debitorum.*

2. Cod. Theod *de concussionibus advocatorum sive apparitorum* (VIII, 10) l. 1: *si quis se a ducenariis vel centenariis ac praecipue fisci advocatis laesum esse cognoscit, adire iudicia ac probare iniuriam non moretur, ut in eum, qui convictus fuerit, competenti severitate vindicetur.*

3. Cod. Theod. *de annona et tributis* (XI, 1) l. 2: *possessores cum satisfecerint publicae collationi, cautiones suas ad tabularios publicos deferunt, ut eas tabularii sive sexagenarii, periculi sui memores, suscipiant a collatoribus.*

4. Cod. Theod. *de cohortalibus* (VIII, 4) l. 3 ad Bithynos, aus dem J. 317: *primipilaribus post emeritam militiam perfectissimatus vel ducenae vel centenae vel egregiatus dari dignitas potest.*

5. Cod. Theod. *de decurionibus* (XII, 1) l. 5 ad Bithynos aus dem J. 317[2]: *eos qui in palatio militaverunt et eos quibus provinciae commissae sunt quique merito amplissimarum administrationum honorem perfectissimatus vel egregiatus adepti sunt .... frui oportet dignitate indulta. Si vero decurio suffragio comparato perfectissimatus vel ducenae vel cen-*

[1] Aus dieser Zeit sind die Inschriften des Septimius Vorodes: ὁ κράτιστος ἐπίτροπος Σεβαστοῦ δουκηνάριος: Lebas III n. 2606—2610. Wenig älter (frühestens aus dem J. 253) ist die *sexagenaria procuratio* (*alimentorum?*) CIL. VI, 1532; aus dem J. 247/8 verschiedene Procuraturen zu 60 bis 100000 Sexterzen: CIL. VI, 1624. Über den *egregius et sexagenarius* vergl. S. 429 A. 2. Die litterarischen Quellen gehen etwa eben so weit hinab: in der passio S. Montani (a. 259/260) wird ein Procurator von Afrika als *centenarius* bezeichnet; bei Cyprian *epp.* 67, 6 der Procurator der Tarraconensis als *ducenarius*. Vergl. auch den δουκηνάριος Περέννιος unter Decius: Photius n. 182 p. 127[b] und dazu n. 280 p. 544[b].

[2] Gothofredus *chronolog. cod. Theod.* p. XIII will diesen und den vorangehenden Erlass in das J. 330 setzen, weil in diesem Jahre Licinius Bithynien besetzt habe, wobei der Consulname Basso in Symmacho geändert werden müsste. Mit Recht hat Haenel zu d. St. sich gegen diese Umdatirung erklärt.

tenae vel egregiatus meruerit dignitatem, declinare suam curiam cupiens, codicillis amissis suae condicioni reddatur.

Überblicken wir die eben angeführten Zeugnisse, so ergiebt sich zunächst, dass sie sämmtlich der früheren Zeit Constantin's und zwar den Jahren 315–317 angehören, ferner dass die *ducenarii* und *centenarii* in jener Zeit Zwischenstufen zwischen dem Perfectissimat und dem Egregiat bilden und ebenso wie diese als Rangbezeichnungen verliehen werden (n. 4. 5). Dass die *trecenarii* in dieser Zeit nicht mehr erscheinen, erklärt sich daraus, dass dieselben bereits im dritten Jahrhundert den Perfectissimat besessen haben und daher keine besondere Rangstufe bilden konnten. Die *sexagenarii*, die nur in n. 1 und 3 erwähnt werden (in n. 2 erscheinen an ihrer Stelle die *advocati fisci*, die in älterer Zeit ebenfalls *sexagenarii* gewesen sein dürften[1]), stehen allem Anschein nach dem Egregiat gleich und sind daher mit diesem von Constantin beseitigt worden[2]. Thatsächlich gehören auch die *centenarii* und *ducenarii* dem Egregiat an, da es eine Rangstufe zwischen diesem und dem Perfectissimat nicht giebt und dementsprechend finden wir einen gewesenen Legionspraefecten aus der Zeit der Philippi als *v(ir) e(gregius) ducenar(ius)* bezeichnet[3]. Aber da dieser Titel bereits der untersten Classe der Procuratoren: den *sexagenarii* zukam[4], so ist es begreiflich, dass man ihn für die höheren Gehaltsclassen in der Regel fallen gelassen hat. Der Perfectissimat ist dagegen im dritten Jahrhundert nur mit den hohen Ritterstellen, mit Einschluss der *magistri scriniorum* und der *rationales* in Rom, verbunden und erst in Constantin's Zeit auf die *rationales* in den Provinzen ausgedehnt; jedoch ist derselbe bereits in der zweiten Hälfte des 3. Jahrhunderts als besondere Auszeichnung auch an einzelne der Classe der *ducenarii* angehörige Beamte hier und da verliehen worden[5].

[1] Vergl. meine Untersuchungen S. 264.

[2] Vergl. meine Untersuchungen S. 265 und S. 273 A. 4. Verbindung beider Titel ist selten; sie findet sich in der wohl nicht vor Ende des 3. Jahrhunderts gesetzten Inschrift von Sitifis: *Eph. epigr.* 5 n. 942: *sub cura Victoris beneficiari Ferianus egregius et sexagenarius*, wo ich freilich nicht mit Mommsen den stets subalternen *beneficiarius* als Vorgesetzten des Procurators ansehen kann.

[3] CIL. III, 99, vergl. XIV, 2939: *eq(uiti) R(omano) filio M. Venidi Rogatiani e(gregii) v(iri) a ducenaris.* Vergl. auch III, 6155 (wohl nicht vor der Mitte des 3. Jahrhunderts): *Aureli Herculani v. e. ducenari* und *Ulp. Valerius Aurelianus v. e. centenarius* und dazu Mommsen: '*ducenarii et centenarii appellationem in patre et avo probabile est ad procurationes referri*'. — Beachtenswerth ist auch der *comes Aug(usti) n(ostri) vir egr(egius)*: *Eph.* V n. 793.

[4] Vergl. meine Untersuchungen S. 272 A. 4.

[5] So führt auf zwei Meilensteinen aus Aurelian's Zeit der Procurator von Sardinien auf dem einen den ihm in älteren Inschriften allein zukommenden Titel *v. e.*, auf dem anderen heisst er dagegen *v. p.* (*Eph.* VIII n. 775 und 796) und das letztere Praedicat erscheint auch bei anderen Statthaltern dieser Insel aus dem Ende des 3. und

Was haben wir nun in den Constantinischen Erlassen unter den Titeln *ducenarius, centenarius, sexagenarius* zu verstehen? Gothofred ist hier gegen seine Gewohnheit ausserordentlich unsicher: *de ducenariis his,* sagt er in seinem Commentar zu Cod. Theod. XI, 7, 1, *ac proinde de centenariis et sexagenariis, ardua inquisitio est: quandoquidem ducenarii multi memorantur, qui cum his num iidem sint, dubitatur.* Er vergleicht sie wohl mit den älteren *ducenarii,* findet aber grössere Ähnlichkeit zwischen ihnen und den *ducenarii* der *agentes in rebus* und besonders den in den Scrinien des *comes largitionum* und des *magister officiorum* unter diesem Titel nachweisbaren Beamten. Auch die Deutung des Namens ist ihm zweifelhaft: *'an a numero stipendiorum seu salarii quod colligerent, ut de ducenariis procuratoribus ait Dio? An a numero hominum, quibus stipati exibant, exigebant, ut de ducenariis in militia Vegetius? An a numero modoque tributorum, quae ad horum exactionem pertinebant?'* Mir scheint die Wahl unter diesen sehr verschiedenartigen Erklärungsversuchen nicht zweifelhaft, insbesondere seit die Inschrift des Caelius Saturninus unzweideutig gezeigt hat, dass die von Augustus geschaffenen und von den späteren Kaisern ausgebildeten ritterlichen Verwaltungsämter noch unter Constantin im Wesentlichen unverändert fortbestanden haben und erst nach ihm oder doch frühestens in der letzten Zeit seiner Regierung durch die spätere, in der Notitia Dignitatum zu voller Durchbildung gelangte Beamten-Hierarchie ersetzt worden sind. Demgemäss dürfen wir auch die hier in Frage stehenden Bezeichnungen nicht anders erklären, als in der vordiocletianischen Epoche, d. h. als Titel, zwar nicht mehr von Gehaltsclassen, aber immer noch von Rangclassen kaiserlicher Verwaltungsbeamten, in erster Linie der Procuratoren oder, wie sie bereits im 3. Jahrhundert heissen, der Rationales in den Provinzen[1]. Dazu stimmt durchaus die Art ihrer Verwendung bei der Erhebung der Steuern und Eintreibung der Rückstände in dem ersten und dritten der oben angeführten Erlasse, ferner die

Anfang des 4. Jahrhunderts (*Eph.* VIII n. 741. 747. 757. 778. 784. 786. 788. 795; in n. 783 *v. c.* ist wohl nur ein Steinmetzfehler für *v. e.*). Vielleicht ist jedoch der Perfectissimat bereits durch Aurelian definitiv mit dieser Stelle verbunden worden; jedoch führt auch ein *dux ducenarius* in der Inschrift der *porta dè Borsari* in Verona vom J. 265 diesen Titel: CIL. V, 3329.

[1] So auch Mommsen, *Eph. epigr.* 5 p. 125: *'nude ducenarius cum raro ponatur et ni fallor meliore aetate abusive, significatur ita procurator provinciae tam in constitutionibus Constantinianis* (Cod. Theod. VIII, 10, 1. XI, 1, 2. XI, 7, 1, cf. 9) *quam in titulo Graeco* CIGr. 2509 bis, *fortasse etiam in Latino* C. VIII, 7978 *duc(enarii) bis sub Severo scripto.'* Vergl. auch C. XIV, 2939: *e. v. a ducenaris,* C. III, S. 8361: *v. e. duce[n(arius)]* und n. 11036 (= *Eph.* II n. 888): *ducenarius;* C. XII 149: *v. e. ex ducenario,* wo ich trotz des Zusatzes: *hic ab hostibus pu[gnans occisus est]* einen militärischen Titel nicht erkennen kann; Kaibel *inscr. Sicil. et Ital.* n. 1347: κράτιστος δουκηνάριος.

enge Beziehung zu den *advocati fisci* einerseits, zu den *tabularii* der Gemeinden andererseits, die im Vereine mit den *sexagenarii*[1] die *cautiones*[2] der Abgabenpflichtigen in Empfang zu nehmen haben. Gerade in dieser Thätigkeit finden wir aber die Rationales bei der Provincialverwaltung[3], wie auch bei der Verwaltung der kaiserlichen *res privata*[4] noch in der zweiten Hälfte des 4. Jahrhunderts, bis sie gegen Ende desselben durch die Officialen, in erster Linie die *agentes in rebus* daraus verdrängt worden sind[5]. In der *Notitia dignitatum* kommen, abgesehen von den dieser Classe der *agentes in rebus* entnommenen *principes* der verschiedenen Officien, *ducenarii* überhaupt nicht vor; der einzige *centenarius* ist der unter dem *comes portus* stehende *centenarius portus* (Occ. IV, 16), der offenbar, ebenso wie die eben besprochenen, an die Stelle eines ursprünglich dieser Gehaltsclasse angehörigen Verwaltungsbeamten, nämlich des *procurator* (*centenarius*) *portus utriusque* getreten ist[6].

Kehren wir nach dieser Erörterung der ausserhalb des Kreises der *agentes in rebus* auftretenden *ducenarii* und *centenarii* zu diesen selbst zurück, so scheint mir eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür zu sprechen, dass die Benennung der gleichnamigen Chargen derselben dem Vorbild dieser Verwaltungsbeamten, nicht dem Militair entnommen worden ist und die eben besprochenen Rangklassen der Constantinischen Zeit auf diese kaiserlichen Polizisten übertragen worden sind. Dafür spricht, dass die *agentes in rebus* gerade in der Zeit auftreten, wo jene Verwaltungsbeamten verschwinden und dass sie nachweislich in ähnlichen Functionen, insbesondere bei der Eintreibung der

[1] *tabularii sive sexagenarii* in n. 3 (Cod. Theod. XI, 1, 2) ist natürlich ebensowenig als Identificirung dieser Titel zu fassen, als in n. 1 (Cod. Theod. XI, 7, 1) die Verbindung *ducenarii et centenarii sive sexagenarii*.

[2] Vergl. über diese Bezeichnung Marini *papiri* p. 346[a] und 372.

[3] Cod. Theod. XI, 7, 8 (a. 355): *exactiones provinciarum quas rectores aut praefecti annonae aut rationales per Africam sustinent, a maioribus iudicibus usurpari non debent, sed ab his solis impleri, quibus cura exactionis immineat.*

[4] Cod. Theod. XI, 7, 11 (a. 365) an den *Comes rei privatae*: *sinceritas tua rationales procuratoresque commoneat, ut quidquid pro iugatione vel capitatione deposcitur, certantibus studiis devotionis exsolvant* (*exsculpant* oder *exigant* möchte Gothofred schreiben).

[5] Lehrreich sind in dieser Hinsicht die Erlasse im Cod. Theod. VIII, 8: *de exsecutoribus et exactionibus* l. 4 und 7 (a. 386 und 395), in denen die für die Steuererhebung in Betracht kommenden *apparitores* und insbesondere der *agens in rebus vel palatinus vel apparitor illustrium potestatum* erwähnt wird. Daher stellt auch Firmicus Maternus περὶ μαθήσεως III c. 13 als ähnliche Functionen übend zusammen die *publicani aut vectigaliarii vel curiosi*. In dem Erlass der Kaiser Valentinian und Valens vom J. 364 an den *vicarius Africae* (Cod. Theod. XI, 7, 9): *ducenarios ab exactione provincialium secundum constitutionem sacrae memoriae Constantii* (dieselbe ist nicht erhalten) *probabilis sinceritas tua iubebit arceri* sind wohl mit Gothofred unter den *ducenarii* die *agentes in rebus* zu verstehen.

[6] CIL. VI, 1624 und meine Untersuchungen S. 142 A. 1.

Steuern, verwandt worden sind, dass ferner allem Anschein nach diese Titel beim Militär erst in der zweiten Hälfte des 4. Jahrhunderts erscheinen[1]. Man könnte sogar annehmen, dass die niederen Stellen der *biarchi*, *circitores*, *equites* einen rein militärischen, die höheren der *centenarii* und *ducenarii* einen bis zu einem gewissen Grade civilen Charakter gehabt haben[2], entsprechend der verschiedenen Verwendung derselben im Polizei- und Verwaltungsdienst. — Die früheste Erwähnung der *ducenarii* bei den *agentes in rebus* findet sich in der allerdings zu starken Bedenken Veranlassung gebenden Adresse[3] des an sich anscheinend unverdächtigen Briefes der Maraeotischen Presbyteri und Diaconi bei Athanasius[4], gerichtet im J. 335 an Φλαβίῳ Φιλαγρίῳ (dem Praefecten von Aegypten) καὶ Φλαβίῳ Παλλαδίῳ δουκιναρίῳ (sic) παλατίνῳ κουριώσῳ καὶ Φλαβίῳ Ἀντωνίνῳ βιάρχῳ κεντηναρίῳ τῶν κυρίων τῶν λαμπροτάτων ἐπάρχων τοῦ ἱεροῦ πραιτωρίου. Darnach wäre, die Authencität dieses Schriftstückes vorausgesetzt, die Einsetzung der *ducenarii* bereits unter Constantinus, vielleicht gleichzeitig mit der Schaffung der *agentes in rebus* erfolgt; bezeugt ist ein *ducenarius agens in reb(us) et p(rae)p(ositus) cursus publici* in einer unter Constantius in den J. 340–350 gesetzten Inschrift. Aus diesen *ducenarii* der *agentes* werden die *principes*, d. h. die Vorsteher der

---

[1] Vergl. oben S. 425 Anm. 2; der ohne Zweifel ältere, angebliche *men(sor) ex cc* (= *ducenario*) *imp(eratoris)*: CIL. VII, 420 beruht gewiss auf falcher Lesung; es wird für EXCC gestanden haben EVOC, vergl. den *evocatus Augusti mensor* CIL. III, 586.

[2] Auch die Titel *primicerius* und *senator* finden sich seit dieser Zeit im Heer; sie waren bisher nur bezeugt durch Hieronymus *adversus Iohannem Hierosolymitanum* §. 19 (vgl. oben S. 424 A. 3) und die wenig vertrauenerweckenden *acta martyrum Agaunensium*, in denen ein *primicerius* der *legio II Thebana* und ein *senator militum* erwähnt werden (vergl. Ruinart *act. martyr.* p. 291). Doch sind, wie mir Hr. Mommsen nachweist, neuerdings drei sichere Beispiele dieses Titels: 1. in einer Africanischen Inschrift (*Eph. epigr.* VII n. 429: *senator de numeru bis elect(or)um*); 2. in Concordia (*Notizie degli scavi* 1890 p. 170: *senator de numero Herulurum seniorum*), beide wohl bereits dem fünften Jahrhundert angehörig, und 3. in dem oben S. 425 A. 1 erwähnten Papyrus des J. 359: σινάτορος νουμέρου αὐσιλ[ιαρίων] Κωνσταντιακῶν (vergl. Wilcken Hermes 19 S. 422), zu Tage gekommen. Ein *primicerius* ist allerdings als militärische Charge inschriftlich noch nicht bezeugt; dagegen der ebenso unmilitärische Titel eines *magister primus de numero Erolorum seniorum* in Concordia: C. V n. 8750.

[3] Für gefälscht oder doch stark verfälscht hält dieselben Hr. Mommsen, wegen der Verbindung des Titels *palatinus* mit dem *curiosus*, des *biarchus* mit *centenarius* und der angeblichen Zugehörigkeit derselben zu dem Officium der *praefecti praetorio*, die lediglich civile Subalternen haben, da militärische dieser Institution schlechthin zuwider sind. Auch das Fehlen des Titels bei dem Praefecten von Aegypten und mehr noch die Verbindung dieses hohen Beamten mit den beiden Subalternen ist recht anstössig.

[4] *Apologia contra Arianos* (Migne t. 25) c. 74 §. 152. Die Worte καὶ Φλαβίῳ Παλλαδίῳ δουκιναρίῳ παλατίνῳ κουριώσῳ fehlen im Cod. Reg.; aber offenbar nur, weil der Schreiber zu dem folgenden καὶ Φλαβίῳ irrthümlich übersprang.

sonstigen mittleren und höchsten kaiserlichen Officien bestellt[1]. — Nach der obigen Adresse der Maracotischen Priester müsste man ferner annehmen, dass der Centenariat, der bereits in einem Rescript des Constantius vom Jahre 359:[2] *ad ducenam etiam et centenam et biarchiam nemo suffragio, sed per laborem unusquisque perveniat*, als Rangstufe auftritt, unter Constantin auch an Biarchen verliehen werden konnte: doch wird man auf die Autorität dieses Documents hin sich zu einer so bedenklichen Annahme kaum verstehen können[3].

Die Aufnahme unter die *agentes in rebus* ist durch strenge Bestimmungen geregelt: jedoch beginnen die uns darüber erhaltenen erst um das J. 380, um welche Zeit ein neues Reglement für den Eintritt und ebenso für das Avancement in Kraft getreten sein dürfte. Genaue Prüfung der Herkunft, der sittlichen Führung und des früheren Standes durch den *magister officiorum* wird gefordert[4]: die Söhne und Brüder der als *principes* aus dem Officium Ausscheidenden sollen jedoch nach einer Verfügung vom J. 396[5] Anspruch auf eine Stelle unter den *agentes* haben. Der Kaiser selbst behält sich sowohl die feste Anstellung, wie auch die Absetzung vor[6], die nur vorübergehend im

[1] Dieser schon von Gothofred vertretenen Ansicht ist jetzt auch Mommsen in seinen Ostgothischen Studien im Neuen Archiv B. 14 S. 475 ff. beigetreten (anders *Eph. epigr.* 5 S. 625 ff.; vergl. Karlowa Rechtsgesch. 1 S. 882 A. 7). — Aus dem Officium des *praefectus praetorio* ist unter Justinian, wie Mommsen (Ostgoth. Stud. S. 477 fg.) annimmt, der *princeps* beseitigt bezw. mit der Stellung des *consiliarius* verschmolzen worden; Corippus hat die Stellung eines *princeps*, wie es scheint unter dem *quaestor palatii*, noch unter Justin bekleidet: *paneg. in Anastas.* v. 47 fg.

[2] Cod. Theod. I, 9, 1 = Cod. Just. I, 31, 1.

[3] Auf die Hinzufügung einer neuen Rangstufe bezog Gothofred die Verfügung des Arcadius und Honorius vom Jahre 395 (Cod. Theod. VI, 27, 7); doch beruht diese Annahme auf einer unrichtigen Ergänzung bezw. Erklärung des verstümmelten Textes. Eine Wiederherstellung desselben verdanke ich Hrn. Mommsen, die ich an dieser Stelle mit seinen Bemerkungen zum Abdruck bringe: [*eos*] *agentes in rebus, quos divae memoriae pater n*[*oster, ex*]*peditionem secut*[*o*]*s* (*secutus* steht in der Handschrift), *unius gradus dicitur ad*[*iectione*] *cumulasse, delato honore potiri praecepimus.* [*Scilicet*] *ad centenam dignitatem hic ordo servetur:* [*si qui non*] *centenarius est secutus* (*quoniam primis non* [*patimur*] *praeiudicari, quos constat ad hunc locum lon*[*go tempo*]*re et probato labore venisse*) *his praeponatur,* [*quos me*]*rito praecedit.* Dazu bemerkt derselbe: 'Der vorstehende Text ist nach der Handschrift Paris. Lat. 9643 von Hrn. Girard auf meine Bitte revidirt worden; die wahrscheinlich von Pithoeus Hand an den Rand geschriebenen Ergänzungen der Zeilenschlüsse sind dabei unberücksichtigt geblieben. Die Expedition ist die gegen Eugenius. Theodosius verhiess den mitziehenden Polizisten Rangerhöhung um eine Stufe; das führen die Söhne aus, aber unter Ausschluss der höchsten Stufe: der *centenarius* avancirt nicht zum *ducenarius* (das sind die *primi*); *ad centenam dignitatem* heisst bis zur Stufe des *centenarius*, ausschliesslich dieser.'

[4] Cod. Theod. VI, 27, 4 (a. 382): *qualis moribus sit, unde domo, quam officiorum originem ac sortem fateatur.*

[5] Cod. Theod. VI, 27, 8.

[6] Cod. Theod. VI, 27, 11 (a. 399) und dazu Gothofred, jedoch soll keine Anstellung ohne vorhergegangene Prüfung seitens des *magister officiorum* erfolgen: Cod. Theod. I, 9, 2 (a. 386).

Anfang des 5. Jahrhunderts dem *magister officiorum* zugestanden gewesen zu sein scheint[1].

Die Carrière ist langwierig und mühevoll: 5 Jahre sollen die Aspiranten im Dienst erprobt werden, ehe sie zu einer festen Anstellung gelangen[2]. Das Avancement ist streng nach der Anciennetät geregelt: selbst dem Kaiser ist nicht gestattet, bis auf die Rangstufen der *circitores* herab mehr als zwei Stellen in jeder Charge ausser der Reihenfolge zu besetzen[3]; auch ist ein Einrücken in die Stellen Verstorbener nur nach Maassgabe der Dienstjahre und der Leistungen statthaft[4]. Degradirungen scheinen nicht selten gewesen zu sein: in einem Erlass des Theodosius und Valentianus aus dem J. 441 wird das Recht der körperlichen Züchtigung und Degradirung (*verberandi regradandive*) der Senatoren und *ducenarii* auf Antrag des *magister officiorum* ihm reservirt, dagegen den *comites scholarum*, die es also vorher gehabt und wohl auch für die unteren Chargen behalten haben, abgesprochen[5]. Das Recht der Ausstossung aus der *schola* steht dem *magister officiorum* zu, ist jedoch vorübergehend auch von den Kaisern selbst in Anspruch genommen worden[6].

Die Dauer der Dienstzeit ist, entsprechend der Heeresordnung der späteren Kaiserzeit[7], auf 25 Jahre festgesetzt. Diese Zahl ist ausdrücklich in zwei Erlassen aus den J. 417 und 435[8] bezeugt und es ist der Versuch Gothofred's, in dem ersten Erlass die Zahl ohne

---

[1] Cod. Theod. VI, 27, 17 (a. 415): *merito magnificentia tua* (der Erlass ist an den *magister officiorum* gerichtet) *concessam sibi pridem a nostra maiestate licentiam pro removendis his, quorum consortio agentum in rebus schola laborabat, ad nostram denuo auctoritatem credidit revocandam.*

[2] Cod. Theod. VI, 27, 4 (a. 382): *novi quinquennio vacent a primi quoque honoris auspiciis; ante missionibus crebris futuris* [*se*] *parent prodanturque* [*h*]*ominibus;* so Gothofred für das überlieferte *nominibus; se* habe ich eingeschoben, *pareant* für *parent* will Gothofred, dem Haenel zustimmt, schreiben, aber gewiss mit Unrecht; der Sinn ist: durch zahlreiche Sendungen sollen sie auf die ihnen in Zukunft bevorstehenden Aufgaben sich vorbereiten.

[3] Cod. Theod. VI, 27, 3 (a. 380): *ita ut per singulos gradus binorum nobis tantum addendorum extra ordinem servetur potestas . . . quod quidem servandum usque ad circitores erit.* Die strenge Beobachtung des gesetzlichen Avancements wird nochmals in einem 6 Jahre später an den *magister officiorum* gerichteten Erlass eingeschärft: Cod. Theod. I, 9, 2.

[4] Cod. Theod. VI, 27, 14 (a. 404): *ordine stipendiorum et laborum* mit Gothofred's Anmerkung und dazu Cod. Theod. I, 9, 1–2 = Cod. Just. I, 31, 1–2.

[5] Cod. Just. I, 31, 3, wo am Schluss *commo*[*ni*]*tione* zu schreiben sein wird.

[6] Es wird dem *magister officiorum* genommen in einem Erlass vom 11. November 415: Cod. Theod. VI, 27, 17, demselben aber bereits am 20. Januar 416 zurückgegeben: Cod. Theod. VI, 27, 18 mit Gothofred's Anmerkung.

[7] Vergl. Mommsen zu C. III n. 6194.

[8] Cod. Theod. VI, 27, 19 und VI, 28, 8 §. 1.

irgend welchen Grund in XX zu ändern, entschieden zurückzuweisen[1]. Demgemäss wird gerade bei den *agentes in rebus* ihre lange Dienstzeit, ebenso wie ihre aufreibende und gefahrbringende Thätigkeit zur Motivirung für die Höhe der Belohnungen[2] nach absolvirter Dienstzeit in zahlreichen Erlassen besonders hervorgehoben[3]. — Ihre Zahl hat mehrfach gewechselt. Der Kaiser Julianus hat, wie Libanius ihm nachrühmt[4], die Zahl auf 17 reducirt, während zu seiner Zeit sie wieder bis über 10000 angewachsen sei. Erstere Angabe ist ohne Zweifel richtig, da Julianus das Institut der *agentes* wegen ihrer gröblichen Übergriffe und Erpressungen aufhob und sich nur auf die nothwendigen Boten für die kaiserlichen Depeschen beschränkte[5]. Die zweite Angabe dürfte dagegen wohl stark übertrieben sein, wenn auch die Zahl im

---

[1] Auch Haenel hält mit Recht an der Überlieferung fest. Wenn im Cod. Theod. VI, 27, 1 (a. 354) verordnet wird, dass kein *agens in rebus* nach 20jähriger Dienstzeit wieder zur Curie gepresst werden solle, so beweist das natürlich nichts für die Dauer der Dienstzeit, da unter Julianus diese Befreiung bereits nach drei Dienstjahren eintrat: Cod. Theod. VI, 27, 2. Über die auch im Heere bereits an die 20jährige Dienstzeit geknüpften Privilegien vergl. Mommsen zu C. III 6194.

[2] Cod. Theod. VI, 28, 7 = Cod. Just. 12, 21, 3 (a. 410): *proconsularis apicis dignitatis adiectione principes agentum* (*agentes* Cod. Theod.) *in rebus praecipimus decorari.* Nach dem Erlass des Theodosius II. und Valentinian Cod. Just. XII, 21, 6 sollen sie *completo tempore suae militiae comitivae primi ordinis cingulo in diem vitae potiri, manentibus videlicet dudum praestitis salvis privilegiis.* Über die allmähliche Steigerung ihres Ranges vergl. Gothofred parat. zu Cod. Theod. VI, 27 (t. II p. 164 ed. Ritter).

[3] Cod. Theod. VI, 27, 13: *post iugis militiae tempus;* l. 16: *insignia principatus, quae stipendiis ac sudore promeruit,* vergl. §. 1: *annosa militia et longa stipendiorum mole vexatus;* l. 19: *si quis . . . laboris impatiens longam mili[ti]ae seriem tolerare non patitur*; VI, 28, 6: *diuturno fatigatos obsequio*; VI, 35, 7: *plenum vigiliarum munus*; Novella Valentiniani 3 tit. 27 §. 1: *quorum labores, sollicitudines, vigiliae tantae sunt, ut soli, quicquid oneris est, et profiteri et efficere videantur . . . . post infinita discrimina et consumpta aetatis parte meliore*; Cassiodor. *var.* XI, 35: *post tot laboris incerta.* Daher wird der *agens in rebus,* wie es scheint als mit einem stehenden Epitheton, zweimal als *vir strenuus* bezeichnet in der *epist. Justiniani ad Hormisdam* (in der Concilienausgabe von Labbe IV p. 1517). Für die Gefährlichkeit des Dienstes vergl. besonders Cod. Just. XII, 21, 6: *principes agentum in rebus, quos saepe saeva pericula vitaeque interdum renuntiatio ad memoratum gradum adduxit.*

[4] Libanius *πρὸς τοὺς βαρὺν αὐτὸν καλέσαντας* I p. 190 ed. Reiske: *τέτταρες ἦσαν ὑπογραφεῖς ἐκείνῳ . . . καὶ τὰς ἀγγελίας οἱ φέροντες ἑπτακαίδεκα . . . . τὰ δὲ νῦν οἱ μέν εἰσιν εἴκοσι καὶ πεντακόσιοι, οἱ δὲ τῶν μυρίων πλείους.* Man könnte geneigt sein, die Zahl 17 auf eine entsprechende Eintheilung des Reiches zu beziehen, wie in byzantinischer Zeit der Orient in 17 Themen zerfiel; doch finde ich für Julian's Zeit keine Anknüpfung dafür.

[5] Libanius *epitaph.* I p. 567 seq. ed. R.: *πάλαι τε ὁ βασιλεὺς* (d. h. Julianus, nicht wie Gothofred zu Cod. Theod. VI, 29, 1 zu verstehen scheint, Constantius: '*ex Libanio discimus Julianum curiosos penitus submovisse, Constantium cohibere nisum*') *ἡμῖν ἠχθετο καὶ παύσειν ἠπείλα δυνηθεὶς καὶ δυνηθεὶς ἔπαυσεν, ὅλην μὲν ἐκείνην διασκεδάσας τὴν φρατρίαν, ἀφελόμενος δὲ καὶ προσηγορίαν καὶ τάξιν, ἀφ' ἧς πάντα ἐπόρθουν τε καὶ διώρυττον· αὐτός τε τοῖς αὑτοῦ* (also wohl seine *tabellarii*) *χρώμενος μὲν εἰς γραμμάτων πομπὰς, τῆς δὲ τοῦ ταῦτα δρᾶν ἐξουσίας οὐ μεταδιδούς.*

Anfang des 5. Jahrhunderts mehrere Tausende betragen zu haben scheint, da sie im J. 430 von Theodosius II. durch eine energische Reduction auf 1174 in die Matrikel aufzunehmende herabgesetzt wird[1]; ihre Zahl ist dann von Kaiser Leo auf 1248 festgesetzt worden[2]. Ob dieselbe noch weitere Veränderungen erfahren hat, wissen wir nicht.

Es ist nicht meine Absicht, die Thätigkeit der *agentes in rebus* im Einzelnen zu verfolgen, da das von Gothofredus in seinem Paratitlon zu Cod. Theod. VI, 27 und in seinem Commentar zu den Erlassen im Titel 29 nur eine geringe Vermehrung erfahren hat und auch die ihm nicht bekannten inschriftlichen Zeugnisse an Zahl und Inhalt dürftig sind[3]. Aber darauf hinzuweisen scheint mir nothwendig, dass die Verwendung der *agentes* im Laufe der Zeit eine verschiedene gewesen ist. Denn während in der späteren Zeit dieselben in erster Linie

---

[1] Cod. Theod. VI, 27, 23 (a. 430).

[2] Cod. Just. XII, 20, 3.

[3] Ich kenne nur folgende:

1. C. III S. n. 10234 (= arch.-epigr. Mittheil. 4 p. 101 aus Sirmium): christliche Grabschrift eines *agens in r(ebus)*, dessen Namen nicht erhalten ist.
2. C. VIII, 989 (Missua): *Fl. Arpacio .. ex agente in rebus v. c., ex adiut(ore) inl(ustris) viri mag(istri) officior(um) v(iro) spectab(ili), trib(uno) et not(ario)*; der Carrière wegen von Interesse, wie auch der *agens in rebus* Gaudentius bei Ammian (XV, 3, 8) vier Jahre später *notarius* ist (XVII, 9, 7).
3. C. VIII 8344 (Cuicul): *Fl. Felix v. c. ex princ(ipe)*, also aus den *agentes in rebus* genommen.
4. C. VIII 9985 (Numerus Syrorum): *Ulpi fratres Ulpi Coccei fili deacentes*, vergl. add. p. 976: *'potest significari fratres defuncti fuisse de agentibus, scilicet in rebus'*; allerdings sehr zweifelhaft.
5. C. X 7200 (Thermae Selinuntiae): Errichtung einer *statio pro beatitudine temporum dd. nn. Constanti et Constantis* von 2 *consulares p(rovinciae) S(iciliae)*: *instante Fl. Valeriano ducenario agente in reb(us) et p(rae)p(osito) cursus publici.*
6. de Rossi *inscr. christ. urb. Rom.* I n. 997 (a. 454 oder 525) [?*Cresce*]*ntio v(ir) d(evotissimus) ag(ens) in re(bus) .....p(ost) c(onsulatum) Opilionis v. c.*
7. C. III S. n. 8712 ergänzt Mommsen *ex d[ec]u[ria] a(gentium) [in] r[eb]us c(entenario), ducenario post facto*; bedenklich ist dabei nur die *decuria*, da von einer solchen Gliederung bei den *agentes* nie die Rede ist. Ich möchte daher vorziehen *ex d(e)v(otissimis) a(gentibus)*. Über dieses ihnen zukommende Epitheton vergl. Mommsen Ostgoth. Studien S. 470 und die eben citirte christliche Inschrift; *viri devotissimi* heissen sie, ebenso wie die vor ihnen genannten *protectores domestici*, auch in der *collatio Carthaginiensis* vom J. 411 (cognit. III, bei Coleti *sacros. concil. III* Spalte 257): *adstantibus etiam Vincentio et Taurillo viris devotissimis agentibus in rebus.* Vergl. Suidas s. v. καθωσιωμένος und μαγιστριανός: Οὐράνιος ὁ καθωσιωμένος μαγιστριανός. Vielleicht ist daher auch der in einer christlichen Inschrift von Salona (C. III S. n. 9519) genannte *Romanus v(ir) d(evotissimus)*, dessen Amtstitel wohl in dem darauffolgenden Bruch stand, ein *agens in rebus* gewesen.

   Ein *Paschalis a(gens) in rebus* im Consulatsjahre des Boethius Junior (a. 510, vergl. de Rossi *inscr. christ.* I zu n. 977) wird genannt bei Marini *pap. diplom.* n. 138.

einerseits für den kaiserlichen Depeschendienst[1] und die Überwachung der Ausführung der kaiserlichen Befehle, andererseits für die Beaufsichtigung des Reichspostdienstes verwandt werden, tritt in älterer Zeit daneben nicht minder entschieden ihre polizeilich-politische Thätigkeit in den Vordergrund. Gleich den *frumentarii*, an deren Stelle sie getreten sind, ist ihnen die Aufspürung etwaiger Unruhen in den Provinzen zur Pflicht gemacht[2], insbesondere die Denunciation wirklicher oder angeblicher Verschwörungen gegen die Kaiser[3], wie uns Ammian einen solchen Fall aus dem J. 354, in dem es sich um Majestätsbeleidigungen, die in halbtrunkener Stimmung bei einem Gastmahl des Statthalters von Pannonien ausgestossen und von einem dabei anwesenden *agens in rebus* zur Anzeige gebracht werden, anschaulich schildert[4]. Auch dreissig Jahre später noch erscheint ein *agens in rebus* in Rom nach Symmachus' Bericht an die Kaiser in einem Process gegen zwei Senatoren wegen Erregung von Unruhen in Aricia als politischer Denunciant und Ankläger[5] und zur selben Zeit finden wir sie als polizeiliche Executivbeamte in Ticinum und Mediolanum in den Schilderungen des Ambrosius[6]. Dementsprechend giebt auch Libanius den Namen *curiosi* durch πευθῆνες wieder, die als 'die Augen des Kaisers' darüber zu wachen haben, dass er alles, was gegen ihn angestiftet werde, erfahre[7]. Diese *curiosi* aber sind

---

[1] ἀγγελιαφόροι oder τὰς ἀγγελίας οἱ φέροντες übersetzt Libanius (*epitaph.* I p. 567 und πρὸς τοὺς βαρὺν αὐτὸν κυλίσαντας I p. 190 Reiske) den Titel *agentes in rebus*; vergl. III p. 439 R., wo sie bezeichnet werden als διάκονοι ταῖς βασιλέως ἐπιστολαῖς, ἃς ἐκ βασιλέων ἀνέγκη φέρεσθαι παντα χοῖ τῆς γῆς und Mommsen Ostgoth. Studien S. 471.

[2] Victor *Caesar.* 29, 45 von den *frumentarii*: *ad explorandum annuntiandumque, qui forte in provinciis motus exisisterent instituti.*

[3] Vergl. Cod. Theod. VI, 29, 4 (*Imp. Constantius ad agentes in rebus*): *ita ut nihil vestri principis ex his, quae geri in re publica videritis, notitiae subtrahatis;* Libanius *epitaph.* I p. 567 R.: ὁ μέγιστος δὲ τῶν πόρων ἐλεῖν τι κακούργημα περὶ τὴν βασιλείαν.

[4] Ammianus XV, 3, 8, vergl. XVI, 8, 3.

[5] Symmachus *relat.* 49; wenn der Ankläger den Beweis nicht erbringen kann, so verfällt er selbst der Strafe, vergl. §. 3: *supererat ut crimine non probato in accusatorem formidata reis poena transiret,* doch will Symmachus die Entscheidung darüber den Kaisern überlassen: *cum me Africani militia pariter atque incauta adolescentia permoveret, malui iudicium de eo clementiae vestrae* (so wohl richtig Mercier für das überlieferte *clementibus*) *reservare*; Cod. Theod. VI, 29, 1 (a. 355): *curiosi et stationarii vel quicumque funguntur hoc munere, crimina iudicibus nuntianda meminerint, et sibi necessitatem probationis incumbere, non citra periculum sui, si insontibus eos calumnias nexuisse constiterit.* Ähnliches gilt von den Irenarchen, vergl. Sitz.-Ber. 1891 S. 872.

[6] Ambrosius *de officiis ministrorum* II c. 29 §. 150: *recens exemplum ecclesiae Ticinensis proferam* (Beschlagnahme des Depositums einer Wittwe für den kaiserlichen Fiscus): *legebatur rescripti forma directior magistri officiorum statuta, agens in rebus imminebat; quid plura? traditum erat* und bei der verlangten Übergabe seiner Basilica an die kaiserlichen Beamten erscheinen *palatina omnia officia: hoc est memoriales, agentes in rebus, apparitores diversorum comitum* (*epist. ad Marcellinam* 20 §. 7 aus dem J. 385).

[7] Libanius *epitaph.* I p. 567 fg.

nicht etwa eine besondere Kategorie von Beamten, sondern die in die Provinzen, später mit einjähriger Amtsdauer[1] entsandten höheren *agentes in rebus*[2], wie, abgesehen von anderen Zeugnissen[3], vor allem daraus erhellt, dass gerade die wichtigsten Bestimmungen über die Thätigkeit der *agentes in rebus* in den Titel des Codex Theodosianus *de curiosis*[4] aufgenommen und die Erlasse darin zum Theil an die *agentes in rebus* adressirt sind[5]. Was den Namen *curiosus* betrifft, den wir bereits in Hadrian's Zeit für die Geheimpolizisten verwendet fanden[6], so ist derselbe ursprünglich überhaupt nicht in offiziellem Gebrauche gewesen und hat sich erst in der zweiten Hälfte des 4. Jahrhunderts eingebürgert: noch im J. 355 spricht ein kaiserlicher Erlass[7] von denen, *quos curagendarios sive curiosos provincialium consuetudo appellat* und bei Ammian findet er sich überhaupt noch nicht. Dagegen muss befremden, dass das bereits oben erwähnte Schreiben der Maeotischen Synode vom J. 335 an Φλάβιος Παλλάδιος δουκινάριος παλατῖνος κουρίωσος gerichtet ist und es darin heisst: τούτων δὲ τὰ ἴσα (= *exemplaria*) ἐπιδεδώκαμεν καὶ Παλλαδίῳ τῷ κουριώσῳ τοῦ Αὐγούστου[8], wonach, wenn dieses Schriftstück wirklich authentisch wäre, bereits unter Constantin der Name in Aegypten titular verwendet sein müsste. Der Titel *curagendarii*, der ihrer Bestimmung *ad curas agendas*, wobei

[1] Cod. Theod. VI, 29, 6 (a. 381): *felicis natalis nostri die ... primi scholarum mittantur ad provincias curiosi anniversarium munus acturi* und dazu Gothofred.

[2] Vergl. Anm. 1; nach Ausweis der inschriftlichen Zeugnisse (vergl. S. 436 Anm. 2) und des oben citirten Schreibens der Maeotischen Synode sind es meist *ducenarii* oder *centenarii*. Dass die Mission, als zur Bereicherung geeignet, eine gesuchte war, geht auch aus Libanius *epitaph.* I p. 567 R. hervor: οἱ εἰς ἀγγελιαφόρους (*agentes in rebus*) τελέσαντες ἐπονοῦντο μὲν πευσῆνες (*curiosi*) κατασταθῆναι.

[3] Vergl. auch Lydus *de mag.* 2, 10 = 3, 40 (s. unten S. 439 Anm. 7): ταύτῃ καὶ κουρίωστος ὠνομάσθη αὐτὶ τοῦ περίεργος (= *agens in rebus*; so auch in den Glossae ed. Goetz II p. 119: *curiosus* περίεργος), καὶ οὐκ αὐτὸς μόνος ἀλλὰ καὶ πάντες ὅσοι κἂν ταῖς ἐπαρχίαις τοῖς δημοσίοις ἐφεστήκασιν ἵπποις und *de mensibus* I, 26: οἱ φρουμεντάριοι καὶ κουρίωστοι προσηγορεύοντο οἷον σιτῶναι καὶ περίεργοι ... οἱ δὲ περίεργοι ἠγοῦντο τοῦ δημοσίου δρόμου.

[4] Basil. VI, 30 wird dies durch περὶ φροντιστῶν τοῦ δρόμου entsprechend der späteren Bedeutung wiedergegeben.

[5] Vergl. l. 3. 4 und wahrscheinlich auch 5, wo die Überschrift nicht erhalten ist.

[6] Vergl. Sitz.-Ber. 1891 S. 854.

[7] Cod. Theod. VI, 29, 1.

[8] Athanasius *apolog. contra Arianos* c. 73 §. 150; der Titel *curiosus Augusti* findet sich sonst nicht, entspricht aber dem thatsächlichen Verhältniss der *agentes in rebus* zu dem Kaiser, die 'recht eigentlich des Werkzeug der unbedingten kaiserlichen Machtvollkommenheit und der personalen Allmacht des Herrschers sind' (Mommsen Ostgoth. Studien S. 471). Daher heissen sie auch *devotissimi* (s. o. S. 436 Anm. 2) und ihre *schola* wird in einem kaiserlichen Erlass vom J. 399 (Cod. Theod. VI, 27, 12) als *maxime nobis necessaria* bezeichnet. Vergl. auch Athanasius *hist. Arianor. ad monachos* §. 311 (Migne t. 25 p. 713): ὁρκίζομεν ... τόν τε ἔπαρχον τῆς Αἰγύπτου Μάξιμον καὶ τοὺς κουριώστους ἀνενεγκεῖν πάντα ἐπὶ τὴν εὐσέβειαν τοῦ Αὐγούστου.

wohl regelmässig an den Dienst in den Provinzen gedacht ist[1], entspricht, findet sich nur in dem oben[2] citirten Erlass und scheint von dem kürzeren Namen *curiosus*, der in der *Notitia Dignitatum* bereits als officieller gebraucht wird[3], bald verdrängt worden zu sein.

Die Übergriffe, Erpressungen und Bestechungen, die bei dieser politischen Spionagethätigkeit der *curiosi* mit Nothwendigkeit sich ergeben mussten und die uns Libanius in einer dafür classischen Stelle offenbar nach eigener Erfahrung schildert[4], haben bereits Constantius zu strengen Maassregeln gegen sie[5] und den Kaiser Julian zu gänzlicher Aufhebung ihrer *schola* veranlasst. Nach ihrer Wiedereinsetzung hat offenbar die alte Misswirthschaft in verstärktem Maasse von Neuem begonnen, bis dann im J. 395 die jungen Kaiser Arcadius und Honorius, oder vielmehr ihr allmächtiger Minister Rufinus, und zwar unmittelbar nach ihrem Regierungsantritt den *agentes in rebus* jegliche polizeilich-politische Thätigkeit untersagen und sie ausschliesslich auf den Postdienst beschränken[6], der überhaupt unter ihrer Regierung wesentlichen Reformen unterworfen worden ist[7].

[1] Vergl. ausser Cod. Theod. VI, 29 besonders VI, 35, 2, wo es bereits in einem Erlass vom J. 319 heisst: *si ex memorialibus vel ex palatinis nostris aliquis ad agendas curos rei publicae vel alterius officii erit destinatus.*

[2] Cod. Th. VI, 29, 1.

[3] Die *curiosi per omnes provincias* oder *omnium provinciarum* mit je einem *curiosus cursus publici praesentalis* oder *in praesenti* (Not. Or. XI, 50–51; Occ. XI, 44–45) gehören zum *officium* des *magister officiorum*.

[4] Libanius *epitaph. in Iulian.* (I p. 567 seq.), der ihnen sogar vorwirft, dass sie gegen Bestechung die Falschmünzerei begünstigt hätten.

[5] Cod. Theod. VI, 29 l. 1–5.

[6] Cod. Theod. VI, 29, 8 = Cod. Just. XII, 22, 4: *agentes in rebus singulos per singulas provincias mittendos esse censemus, quibus tamen inspiciendarum* (so der Cod. Just.; *speciendarum* Cod. Theod.) *evectionum tantum debeat cura mandari, ut nihil prorsus commune aut cum iudicibus aut cum* (omis. Theod.) *provincialibus habeant. Nec naves debebunt illicita concussione vexare nec libellos aut contestationes* (*attestationes litis gratia* Cod. Just.) *suscipere, aut in carcerem quemquam tradere* (*trudere* Just.), *sed cursui solum vacare* und dazu Gothofred: '*apparet, πευδήνας hoc tempore sublatos seu curarum ius curiosis ademptum*'.

[7] Das zeigen die zahlreichen Erlasse dieser Kaiser in dem Titel *de cursu publico*: Cod. Theod. VIII, 5, 53–66. Auch der Angabe des Lydus *de mag.* 2, 10 = 3, 40 (vergl. 3, 23) über die Beschränkung der Gewalt des *praefectus praetorio* durch Rufinus vermittelst Einschiebung des aus den *agentes in rebus* hervorgegangenen *princeps* in das Officium desselben möchte ich nicht den Glauben versagen (vergl. dagegen Mommsen Ostgoth. Studien S. 475 A. 1), wenn auch der nach Lydus' Aussage im Cod. Theod. befindliche, dagegen in den Cod. Just. nicht aufgenommene Erlass sich auch in jenem nicht findet. Wahrscheinlich hat diese Maassregel nicht so sehr den Zweck gehabt, eine Schwächung der Macht des Praefecten herbeizuführen (*νόμος ἐτέθη δεσπίζων αὐτέχεσθαι μὲν τὸν ὕπαρχον τῆς τοῦ δημοσίου δρόμου φροντίδος* gesteht auch Lydus zu und es bestätigen dies die Erlasse der Kaiser Arcadius und Honorius über den *cursus*, die grossentheils an den *praefectus praetorio* gerichtet sind), sondern es hängt dies mit der von Rufinus ins Werk gesetzten strafferen Gestaltung des Staatspostwesens zusammen.

Etwa 20 Jahre später sind die im Zolldienst, besonders an den Küsten und in den Häfen verwandten *curiosi litorum* ihrer Übergriffe wegen in Africa und Dalmatien und im J. 445 auch in Numidien und Mauretania Sitifensis aufgehoben worden[1], während die übrigen *curiosi* als kaiserliche Depeschenreiter und Postmeister, daneben auch wiederum in ihrer polizeilichen Thätigkeit[2] noch im sechsten[3] und selbst noch in späteren Jahrhunderten[4] unter dem Namen *magistriani* fortbestanden haben[5], wie sie auch unter verändertem Titel von Theoderich auf das Ostgothische Reich übertragen worden sind[6]. In der Beamtenliste des spätbyzantinischen Reiches, die uns in der Schrift des

---

[1] Vergl. über die *curiosi litorum* Gothofred zu Cod. Theod. VI, 29, 10; ihre Entfernung aus Africa wird im J. 414 verfügt: Cod. Theod. VI, 29, 11; dass es sich hier um die *curiosi litorum* handelt, nicht, wie sonst angenommen wird, um die *curiosi* überhaupt, ist mir wahrscheinlich sowohl wegen des analogen Erlasses für Dalmatien vom J. 415 (Cod. Theod. VI, 29, 12: *Dalmatiae litora omnesque insulas eorum qui sibi curas vindicant* u. s. w.) und des ähnlichen für Numidien und Mauretania Sitifensis vom J. 445 (Valentiniani III nov. 18 §. 7), wo sie ausdrücklich als *curiosi litorum* bezeichnet sind (vergl. auch Cod. Theod. VII, 16, 1. 2), als auch wegen der Erwähnung der *navicularii*, die ebenso wie die übrigen Corporationen vor den Übergriffen der *apparitores omnium iudicum* überhaupt geschützt werden sollen. Wenn in dem uns überlieferten Erlass nur allgemein gesagt ist: *curiosos praecepimus removeri*, so ist dabei zu bedenken, dass derselbe nur den Schluss des eigentlichen Erlasses des Honorius bildet und diese *curiosi* wohl im Eingang näher charakterisirt waren. — Auf die *curiosi* der Reichspost bezieht unrichtig beide Erlasse Hudemann Gesch. d. R. Postwesens 2. Aufl. S. 95, der auch (im Anschluss an Rüdiger: *de cursu publico imperii R.* 1846 S. 21) die *curiosi* auf das angebliche Zeugniss des Procop *anecdota* c. 30 hin von Justinian aufheben lässt; Procop spricht aber nur von einer durch Justinian vollzogenen Einschränkung des Postdienstes im Orient; vergl. auch Lydus *de magg.* 3, 61.

[2] In solcher Eigenschaft werden sie zusammen mit *milites* und *praefectiani* genannt bei Anastasius *de vitis Romanorum pontificum* §. 83 z. J. 514 und §. 160 z. J. 687: Migne *patrol. lat.* t. 128 p. 474 u. 895.

[3] Vor Justinian fällt der S. 436 A. 2 genannte Paschalis (a. 510) und der bei Justinianus ad Hormisdam (vergl. oben S. 435 A. 2) erwähnte *Eulogius vir strenuus agens in rebus.* Nach Justinian Corippus *in laudem Justini* 3, 160 (vergl. Partsch *praefat.* p. XLV fg.): *turba decanorum, cursorum, in rebus agentum.* Mir ist eine spätere Erwähnung dieses Titels nicht bekannt. *Agentes* ohne Zusatz sind auch im Mittelalter nicht selten, vergl. Ducange *s. v.* und für das Frankenreich: Brunner Deutsche Rechtsgeschichte 2 S. 79. 304. 307.

[4] Vergl. z. B. Constantinus Porphyrog. *de admin. imper.* c. 22 (z. J. 705): ἔπεμψεν ὁ βασιλεὺς Παῦλον τὸν μαγιστριανὸν πρὸς Ἀβιμέλεχ ἀσφαλίσασθαι τὰ στοιχηθέντα und die bei Ducange *s. v. magisteriani* angeführten Stellen. Über das Postwesen im Fränkischen Reich vergl. Brunner a. a. O. S. 230 ff.

[5] So schon Palladius *hist. Lausiaca* p. 154 ed. Meursius: περὶ μαγιστριανοῦ τινος; Olympiodor bei Photius *bibl.* 80: Εὐπλούτιος, ὁ μαγιστριανός; Suidas im J. 482 (vergl. S. 436 A. 2); Kaibel *inscr. Sicil. et Ital.* n. 949ª: υἱὸς Οὐαλεντίνου μαγιστρ(ι)ανοῦ aus der Zeit des Honorius.

[6] Vergl. den überzeugenden Nachweis bei Mommsen Ostgoth. Studien S. 469 ff. über den früher räthselhaften *comitiacus* römischer Nation und den gothischen *saio*; letzteren stellt bereits Bulenger *de imper. Rom.* (1618) l. VI c. 42 p. 590 dem *agens in rebus* gleich; vergl. auch Salmasius zur *vita Hadriani* c. 11.

Codinus Curopalates über die kaiserlichen Officialen vorliegt[1], ist dagegen von dieser Beamtenkategorie keine Spur mehr erhalten.

[1] Als Obervorsteher des kaiserlichen Depeschendienstes nennt Codinus den μέγας λογοθέτης (c. 5 p. 32 Bekker: διατάττει τὰ παρὰ τοῦ βασιλέως ἀποστελλόμενα προστάγματα καὶ χρυσόβουλλα πρός τε ῥῆγας σουλτάνους καὶ τοπάρχας· καὶ τοῦτο μὲν ἴδιον τοῦ μεγάλου λογοθέτου ὑπηρέτημα); vielleicht mag er in seinem Officium *magistriani* oder diesen entsprechende Subalternbeamte gehabt haben. Über den λογοθέτης τοῦ δρόμου findet sich (c. 5 p. 36) die Notiz: εἶχε μὲν πάλαι καὶ οὗτος ὑπηρεσίαν ἡμῖν ἀνεπίγνωστον, νῦν δὲ οὐδεμίαν.

Ausgegeben am 1. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

I.

12. Januar 1893.

BERLIN 1893.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Übersebreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

270898
AUG. 1893

II. III.

19. Januar 1893.

MIT DEM VERZEICHNISS DER MITGLIEDER DER AKADEMIE
AM 1. JANUAR 1893.

BERLIN 1893.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

270328
AUG 10 1893

IV.

26. Januar 1893.

BERLIN 1893.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

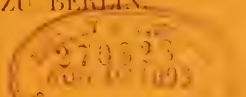
SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.



V. VI. VIII.

2. 9. Februar 1893.

BERLIN 1893.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und vor besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

27323

VIII.

16. Februar 1893.

BERLIN 1893.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und vor besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

270323

IX. X.

23. Februar 1893.

MIT TAFEL I.

BERLIN 1893.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

270336
AUG 10 1893
SMI

XI. XII. XIII.

2. 9. März 1893.

BERLIN 1893.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und vor besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN
AUG 10 1893

XIV. XV. XVI.

16. 23. März 1893.

BERLIN 1893.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

AUG 10 1893

XVII.

6. April 1893.

BERLIN 1893.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

270628
AUG 10 1893

XVIII. XIX.

13. April 1893.

MIT TAFEL II.

BERLIN 1893.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

AUG 10 1893
SMIT

XX.

20. April 1893.

BERLIN 1893.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen, sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

27033
AUG 10 1893

XXI. XXII.

27. April 1893.

BERLIN 1893.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

AUG 10 1893
270323

XXIII.

4. Mai 1893.

BERLIN 1893.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

LIBRARY OF CONGRESS
AUG 10 1893
270828

ZU BERLIN.

XXIV. XXV.

18. Mai 1893.

MIT DEM VERZEICHNISS DER IM ERSTEN VIERTELJAHR EINGEGANGENEN DRUCKSCHRIFTEN.

BERLIN 1893.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Anzeige.

Mit dem Decemberheft des Jahrganges 1881 haben die »Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften« zu erscheinen aufgehört, und es sind an deren Stelle »Sitzungsberichte« getreten, für welche unter anderen folgende Bestimmungen gelten.

(Auszug aus dem Reglement für die Redaction der »Sitzungsberichte«.)

§ 1.

2. Diese erscheinen in einzelnen Stücken in Gross-Octav **regelmässig Donnerstags acht Tage nach jeder Sitzung.** Die sämmtlichen zu einem Kalenderjahr gehörigen Stücke bilden vorläufig einen Band mit fortlaufender Paginirung. Die einzelnen Stücke erhalten ausserdem eine durch den Band ohne Unterschied der Kategorien der Sitzungen fortlaufende römische Ordnungsnummer, und zwar die Berichte über Sitzungen der physikalisch-mathematischen Classe allemal gerade, die über Sitzungen der philosophisch-historischen Classe ungerade Nummern.

§ 2.

1. Jeden Sitzungsbericht eröffnet eine Übersicht über die in der Sitzung vorgetragenen wissenschaftlichen Mittheilungen und über die zur Veröffentlichung geeigneten geschäftlichen Angelegenheiten.

2. Darauf folgen die den Sitzungsberichten überwiesenen wissenschaftlichen Arbeiten, und zwar in der Regel zuerst die in der Sitzung, zu der das Stück gehört, druckfertig übergebenen, dann die, welche in früheren Sitzungen mitgetheilt, in den zu diesen Sitzungen gehörigen Stücken nicht erscheinen konnten.

§ 4.

2. Das Verzeichniss der eingegangenen Druckschriften wird vierteljährlich ausgegeben.

§ 28.

1. Die zur Aufnahme in die Sitzungsberichte bestimmte Mittheilung muss in einer akademischen Sitzung **druckfertig** vorgelegt werden. Abwesende Mitglieder, sowie alle Nichtmitglieder, haben hierzu die Vermittelung eines ihrem Fache angehörenden ordentlichen Mitgliedes zu benutzen. Einsendungen auswärtiger oder correspondirender Mitglieder, welche direct bei der Gesammtakademie oder bei einer der Classen eingehen, hat der vorsitzende Secretar selber oder durch ein anderes Mitglied zum Vortrage zu bringen. Mittheilungen, deren Verfasser der Akademie nicht angehören, hat er einem zunächst geeignet scheinenden Mitgliede zu überweisen.

Unter allen Umständen hat die Gesammtakademie oder die Classe die Aufnahme der Mittheilung in die akademischen Schriften ordnungsmässig zu beschliessen.

§ 6.

2. Der Umfang der Mittheilung darf 32 Seiten in Octav in der gewöhnlichen Schrift der Sitzungsberichte nicht übersteigen. Mittheilungen von Verfassern, welche der Akademie nicht angehören, sind auf die Hälfte dieses Umfanges beschränkt. Überschreitung dieser Grenzen ist nur nach ausdrücklicher Zustimmung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe statthaft.

3. Abgesehen von einfachen in den Text einzuschaltenden Holzschnitten sollen Abbildungen auf durchaus Nothwendiges beschränkt werden. Der Satz einer Mittheilung wird erst begonnen, wenn die Stöcke der in den Text einzuschaltenden Holzschnitte fertig sind und von besonders beizugebenden Tafeln die volle erforderliche Auflage eingeliefert ist.

§ 7.

Eine für die Sitzungsberichte bestimmte wissenschaftliche Mittheilung darf in keinem Falle vor der Ausgabe des betreffenden Stückes anderweitig, sei es auch nur auszugsweise oder auch in weiterer Ausführung, in deutscher Sprache veröffentlicht sein oder werden. Wenn der Verfasser einer aufgenommenen wissenschaftlichen Mittheilung diese anderweit früher zu veröffentlichen beabsichtigt, als ihm dies gesetzlich zusteht, bedarf er dazu der Einwilligung der Gesammtakademie oder der betreffenden Classe.

§ 8.

3. Auswärts werden Correcturen nur auf besonderes Verlangen verschickt. Die Verfasser verzichten damit auf Erscheinen ihrer Mittheilungen nach acht Tagen.

§ 9.

1. Neben der vollständigen Ausgabe der Sitzungsberichte können bestimmte Kategorien wissenschaftlicher Mittheilungen auch abgesondert in der Weise publicirt werden, dass dieselben mit Sondertitel und fortlaufender Paginirung versehen und mit besonderem Verkaufspreis in den Buchhandel gebracht werden.

§ 11.

1. Jeder Verfasser einer unter den »Wissenschaftlichen Mittheilungen« abgedruckten Arbeit erhält unentgeltlich fünfzig Sonderabdrücke mit einem Umschlag, auf welchem der Titel der Arbeit wiederholt wird.

2. Dem Verfasser steht frei, auf seine Kosten weitere gleiche Sonderabdrücke bis zur Zahl von noch zweihundert zu unentgeltlicher eigener Vertheilung abziehen zu lassen sofern er hiervon rechtzeitig dem redigirenden Secretar Anzeige gemacht hat.

§ 5.

Den Bericht über jede einzelne Sitzung stellt der Secretar zusammen, welcher darin den Vorsitz hatte. Derselbe Secretar führt die Oberaufsicht über die Redaction und den Druck der in dem gleichen Stück erscheinenden wissenschaftlichen Arbeiten; in dieser Eigenschaft heisst er der redigirende Secretar.

§ 29.

1. Der redigirende Secretar ist für den Inhalt des geschäftlichen Theils der Sitzungsberichte verantwortlich. **Für alle übrigen Theile derselben sind nach jeder Richtung nur die Verfasser verantwortlich.**

4280

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01298 9406